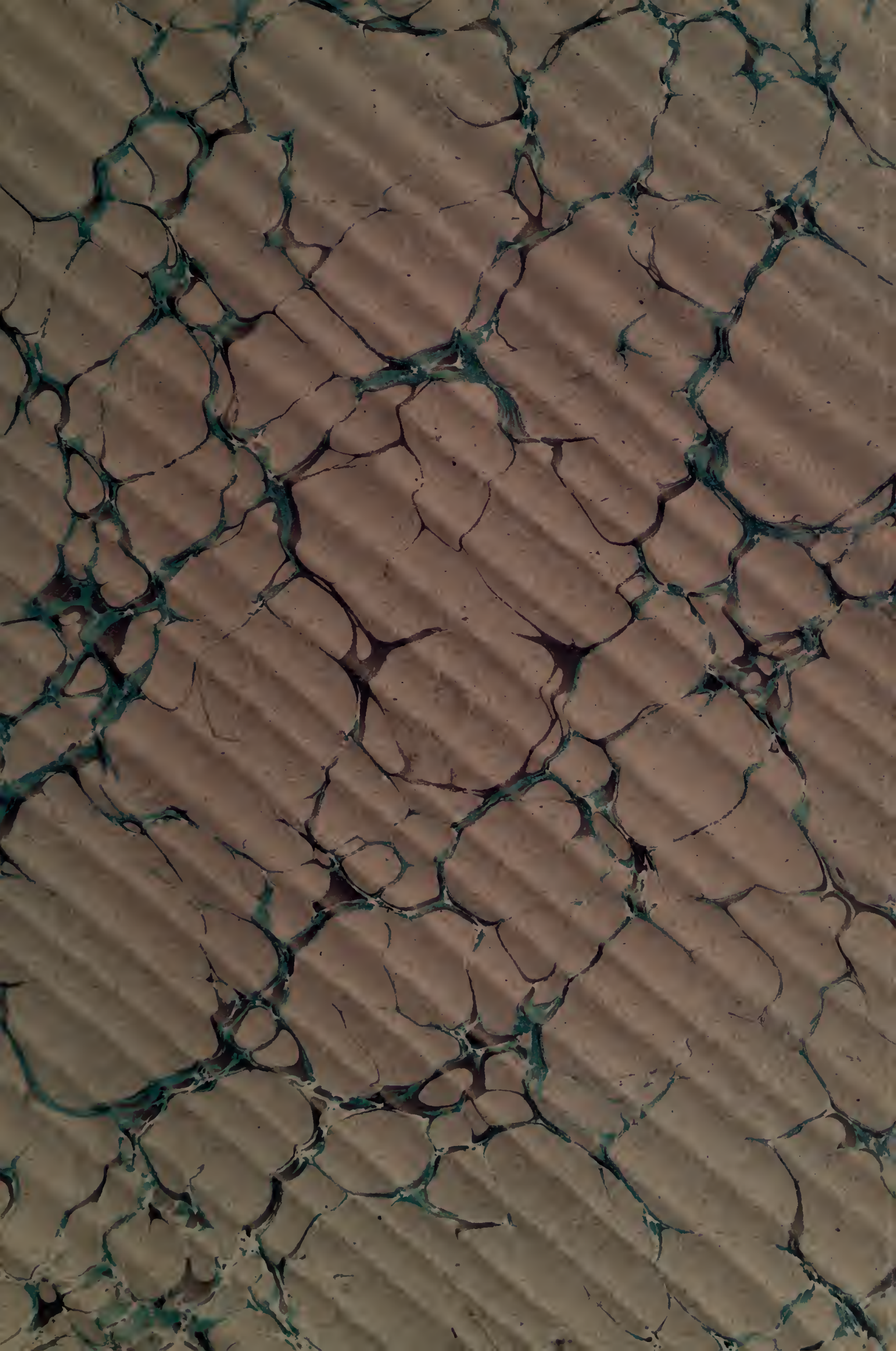

UNIVERSITY OF TORONTO
3 1761 01025165 0





HISTOIRE

DES

SCIENCES MATHÉMATIQUES

ET PHYSIQUES.


ECCE LABORA ET NOLI CONTRISTARI

GV

8 à 12

vert

DEMI-CHAGRIN

PL. PAPIER TR. JASPÉES

Tête jaune, Ebarbés

Un de cartons



HISTOIRE

DES

SCIENCES

MATHÉMATIQUES

ET PHYSIQUES,

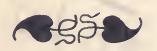
PAR

M. MAXIMILIEN MARIE,

RÉPÉTITEUR DE MÉCANIQUE,
EXAMINATEUR D'ADMISSION A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

TOME VIII.

D'EULER A LAGRANGE.



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,

QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55

1886

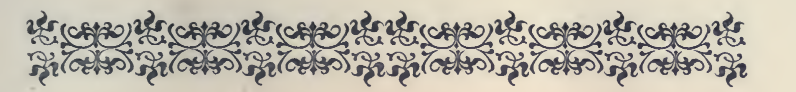


TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

Onzième Période

De Newton, né en 1642, à Euler, né en 1707, (fin 1

Douzième Période.

D'Euler, né en 1707, à Lagrange, né en 1736................. 63



ONZIÈME PÉRIODE.

(SUITE ET FIN.)

De NEWTON, né en 1642,
à EULER, né en 1707.



BIOGRAPHIE

DES

SAVANTS DE LA ONZIÈME PÉRIODE

ET

ANALYSE DE LEURS TRAVAUX.

(*Suite et fin*)

MAC-LAURIN (COLIN).

[Né à Kilmoddan (Ecosse) en 1698, mort en 1746].

Il obtint au concours, en 1717, la chaire de Mathématiques au collège Marishal, à Aberdeen, et reçut de l'Académie des Sciences de Paris, en 1724, un prix sur une question relative à la chute des corps. Il fut l'un des disciples les plus éminents de Newton, dont il fit ressortir les grandes découvertes mathématiques, dans son commentaire sur le *Livre des Principes*, et l'un des premiers et des plus actifs promoteurs des nouveaux calculs.

Il partagea, en 1740, avec Daniel Bernoulli et Euler, le prix proposé par l'Académie des Sciences de Paris, pour le meilleur mémoire sur le flux et le reflux de la mer. Son mémoire est intitulé : *De causa physica fluxûs et refluxûs maris.*

Il remplaça James Gregory, en 1725, comme professeur à

l'Université d'Edimbourg, et occupa sa chaire pendant vingt années.

Lorsque Charles-Édouard, petit-fils de Jacques II, débarqua en Écosse en 1745, Mac-Laurin prit parti pour l'Angleterre et fit les plus grands efforts pour seconder les habitants d'Édimbourg dans leur résistance au prétendant; il dirigeait nuit et jour les travaux de fortification. La ville tomba cependant, Mac-Laurin se réfugia près de l'évêque d'York, mais mourut presque aussitôt des suites de ses fatigues.

Ses principaux ouvrages sont : *Geometrica organica* (Londres, 1719), avec un supplément dont un précis a paru dans les *Transactions philosophiques; De linearum geometricarum proprietatibus generalibus tractatus; Traité d'algèbre*, dont il existe une traduction française par Lecozic (Paris 1753); *Traité des fluxions* (Édimbourg, 1742), traduit en français par le Père Pezenas (1749); *Exposé des découvertes philosophiques de Newton* (Londres, 1748), ouvrage publié avec la vie de l'auteur par Patrice Mardoch et traduit en français par Laverotte; enfin différents mémoires insérés dans les *Transactions philosophiques*.

La *Geometria organica, sive descriptio linearum curvarum universalis* offre le développement d'une question de Géométrie fort intéressante par sa grande généralité, et que Newton avait ébauchée dans son énumération des courbes du troisième ordre. Si deux angles de grandeurs constantes tournent autour de leurs sommets respectifs, de manière que le point de concours de deux de leurs côtés décrive une certaine ligne donnée, le point de concours des deux autres tracera une courbe dépendant de la première. Si la première est algébrique, la seconde le sera évi-

demment aussi; du reste, la relation qui les lie est réciproque. Newton avait trouvé que, si la ligne donnée est droite, l'autre sera une conique, et que, si la ligne donnée est une conique, l'autre sera en général du quatrième degré. Le problème que Mac-Laurin se proposait était de faire servir les courbes plus simples à la génération de courbes plus compliquées; il y employa exceptionnellement la méthode des coordonnées de Descartes, qu'il n'estimait cependant pas ce qu'elle vaut.

Le *Tractatus de proprietatibus generalibus linearum* présente plus d'intérêt : il est fondé sur le théorème de Côtes, relatif au lieu des centres des moyennes harmoniques, et sur cet autre dont Mac-Laurin est lui-même l'inventeur : Si par un point quelconque pris dans le plan d'une courbe algébrique de degré m, on mène une droite fixe, ou axe, et une droite mobile; qu'aux m points de rencontre de la droite mobile avec la courbe on mène des tangentes à cette courbe, la somme des inverses des distances du point choisi aux points de rencontre de la droite fixe avec les m tangentes sera constante et égale à celle des inverses des segments compris sur la droite fixe entre le même point fixe et les points de rencontre de cette droite fixe avec la courbe. Ce dernier théorème est fort curieux, et l'usage qu'en fit Mac-Laurin est extrêmement remarquable : il en tira un moyen de construire le cercle osculateur à une courbe en un quelconque de ses points; il lui suffit, pour cela, de mettre le point fixe, dont il est question dans l'énoncé de son théorème, au point donné de la courbe.

La seconde partie de l'ouvrage contient les applications des théorèmes précédents aux courbes du second degré; on y trouve les principales propriétés de la division harmonique des sécantes,

le théorème sur le quadrilatère inscrit, et l'énoncé de l'hexagramme mystique, que peut-être Mac-Laurin a trouvé de lui-même ; car l'essai sur les coniques de Pascal a été perdu, et l'extrait qu'on en a retrouvé n'a paru qu'en 1779.

La troisième section est relative aux courbes du troisième degré; elle contient ce beau théorème : Si un quadrilatère a ses quatre sommets et les deux points de concours de ses côtés opposés sur une courbe du troisième ordre, les tangentes à cette courbe, menées par deux sommets opposés, se couperont sur la courbe.

Le supplément dont nous avons parlé, qui paraît avoir été écrit en France en 1721, mais qui n'a paru dans les *Transactions philosophiques* qu'en 1735, contient ce théorème général, dont celui de Pascal n'est qu'un corollaire : Si un polygone se déforme de manière que, tous ses côtés passant respectivement par des points fixes, ses premiers sommets décrivent des courbes données de degrés m, n, p,..., le dernier en décrira une du degré $2mnp$..., qui s'abaissera au degré mnp... lorsque les points fixes se trouveront en ligne droite.

Tous ces travaux de Mac-Laurin ont été, depuis, le point de départ de recherches très étendues, surtout de la part du général Poncelet.

Les principes des nouveaux calculs étaient attaqués par un grand nombre de géomètres de second ordre, tant en France qu'en Angleterre et en Allemagne. Newton et Leibniz ne les avaient exposés, chacun à sa manière, qu'en termes généraux, et leurs successeurs immédiats s'étaient plus préoccupés d'en faire usage que d'en donner des démonstrations. La *Théorie des fluxions* était destinée à remplir cette lacune; mais Mac-Laurin ne se

borna pas à étayer la nouvelle doctrine de démonstrations rigoureuses à la manière des anciens, il joignit à son ouvrage les solutions d'une foule de beaux problèmes de Géométrie, de Mécanique et d'Astronomie. Nous citerons la principale des questions qu'il y traite; elle a rapport à l'attraction exercée par un ellipsoïde sur un point placé à sa surface ou dans son intérieur; il avait déjà complètement traité la question dans son *Mémoire sur le flux et le reflux de la mer*. Quelques propriétés des coniques lui suffirent pour résoudre cette question délicate. « Il faut avouer, dit Lagrange, que cette partie de l'ouvrage de M. Mac-Laurin est un chef-d'œuvre de Géométrie, qu'on peut comparer à tout ce qu'Archimède nous a laissé de plus beau et de plus ingénieux. » Mac-Laurin établit d'abord cette proposition de Géométrie, que deux ellipses concentriques et homothétiques étant données, si par le sommet de la plus petite on lui mène une tangente qui rencontrera l'autre en deux points, que par l'un de ces points on mène dans la plus grande ellipse deux cordes également inclinées sur l'un de ses axes, et dans la seconde deux cordes parallèles par son sommet, les sommes des deux couples de cordes seront égales. C'est à l'aide seulement de ce théorème qu'il établit cette proposition admise sans preuve par Newton, qu'*une masse fluide homogène, tournant autour d'un axe passant par son centre de gravité, doit prendre la figure d'un ellipsoïde de révolution, en supposant que toutes ses molécules s'attirent proportionnellement à leurs masses et en raison inverse des carrés de leurs distances*. La voie ouverte par Mac-Laurin parut si belle à Clairaut qu'il abandonna, pour la suivre, la méthode analytique, à laquelle il avait d'abord essayé de soumettre le problème de la figure de la terre.

Le cas où le point attiré est en dehors de l'ellipsoïde offrait de plus grandes difficultés; Mac-Laurin l'ébaucha seulement; il a été traité depuis par Legendre et Ivory.

L'*Exposition des découvertes philosophiques de Newton* est précédée d'une sorte d'introduction peu favorable à Descartes et à Leibniz, mais où cependant il n'y a véritablement rien à reprendre. Mac-Laurin dit du système de Descartes : « Il n'y eut peut-être jamais une entreprise plus extravagante que celle de déduire, par des conséquences nécessaires, toute la structure de l'Univers et une entière explication de la nature, de quelques idées que nous sommes capables de nous former d'un être infiniment parfait. Si ce n'était la haute réputation de l'auteur et de son système, il serait à peine excusable de faire quelques remarques sur une telle rapsodie. Quand même on conviendrait de ses principes et de sa méthode, il resterait toujours évident que les conséquences sont bien faiblement liées ensemble dans cet enchaînement visionnaire. La doctrine de Descartes a été souvent altérée et soumise à différentes corrections. Plusieurs philosophes ingénieux ont fait les plus grands efforts pour l'appuyer et lui conserver son crédit, réformant d'abord une partie, en changeant ensuite une autre; mais le fondement est si faible et tout l'édifice si mal construit, qu'il eût été mieux de l'abandonner absolument et d'en laisser subsister les ruines pour servir à la postérité de monument de la folie des systèmes présomptueux des philosophes. » Il ne traite pas beaucoup mieux les *monades*, la *raison suffisante*, l'*harmonie préétablie*, et les *indiscernables*, de Leibniz.

La formule

$$f(x) = f(0) + f'(0)\frac{x}{1} + f''(0)\frac{x^2}{1.2} + \ldots$$

par laquelle Mac-Laurin développe une fonction quelconque, suivant les puissances croissantes et entières de la variable, n'est qu'un cas particulier de celle qu'avait donnée antérieurement Taylor. Elle ne lui ferait donc aucun honneur si Taylor avait donné une démonstration satisfaisante de la sienne, mais il n'en était rien, comme on a pu le voir, d'après ce que nous avons rapporté de cette démonstration, dans l'article consacré à son auteur.

Mac-Laurin fut le premier qui donna une démonstration de cette formule, et ce n'est d'ailleurs que pour simplifier la démonstration, ou plutôt l'exposition, qu'il prit pour origine la valeur zéro de la variable. La démonstration de Mac-Laurin est, au reste, tirée de considérations toutes différentes de celles qui avaient guidé Taylor; elle est simplement fondée sur l'identité des fluxions de tous les ordres de la fonction proposée et de celle que représente la suite, pour $x = 0$.

Nous croyons devoir donner ici une analyse étendue de la partie du mémoire sur le *flux et le reflux de la mer* qui se rapporte à l'attraction exercée par une ellipsoïde homogène de révolution sur une particule matérielle placée à sa surface ou dans son intérieur.

Nous omettons deux premiers lemmes où l'auteur démontre des propositions de géométrie faciles à vérifier et dont nous citerons seulement les énoncés lorsque nous aurons à en faire usage.

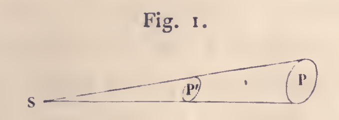
Lemme III.

Si deux corps P et P′ homogènes et formés de la même matière, sont semblables et semblablement placés par rapport à un point

S, et si ce point S est occupé par une particule de matière, attirée par chacune des parties de P et de P′, proportionnellement à la grandeur de cette partie et en raison inverse du carré de la distance : les attractions exercées sur la particule S par les deux corps P et P′ auront la même direction et seront entre elles comme les distances du point S aux points homologues des deux corps, ou comme les dimensions homologues de ces deux corps.

En effet les volumes ou les masses des parties homologues des

Fig. 1.



deux corps seront comme les cubes des distances de ces parties au point S, mais les attractions exercées sur le point S par les portions de même masse de ces parties seront elles-mêmes en raison inverse des carrés des mêmes distances; les actions totales seront donc entre elles comme les distances simples, ou comme les dimensions homologues des deux corps.

Corollaire I. — Il résulte de là que deux particules semblablement placées par rapport à deux corps semblables entre eux sont soumises, de la part de ces deux corps, à des attractions respectives, semblablement dirigées et proportionnelles aux distances des deux particules aux points homologues des deux corps, ou aux dimensions homologues de ces deux corps.

Corollaire II. — Il en résulte aussi que si l'on imagine un solide homogène compris entre deux ellipsoïdes de révolution semblables et semblablement placés par rapport à leur centre

commun, ce corps n'exercera aucune action sur une particule de matière placée à l'intérieur du plus petit des deux ellipsoïdes.

En effet, si l'on conçoit une transversale quelconque menée par le point intérieur, en premier lieu, les portions de cette transversale qui seront intereeptées à ses deux extrémités, entre les deux ellipsoïdes, seront égales; d'un autre côté, si l'on imagine, sur le grand ellipsoïde, autour de l'une des extrémités de la transversale, un élément superficiel infiniment petit et qu'on considère le cône qui aurait pour base cet élément et pour sommet le point donné; ce cône prolongé dans l'autre sens, au delà du sommet, découpera sur le même ellipsoïde un autre élément superficiel et les aires de ces éléments, projetés sur un même plan perpendiculaire à la transversale, seront comme les quarrés des parties de cette transversale, déterminées par le sommet; les volumes des deux troncs de cône interceptés entre les deux ellipsoïdes ayant donc même hauteur et leurs bases proportionnelles aux carrés des parties de la transversale, seront entre eux comme ces mêmes carrés et il en sera de même de leurs masses; mais les attractions que les parties de même masse de ces deux troncs de cônes exerceraient sur une particule placée au sommet commun seraient elles-mêmes en raison inverse des carrés des parties de la transversale. Les attractions totales exercées par les masses comprises dans les deux troncs de cônes sur la particule placée à leur sommet commun, seront donc égales, et comme elles seront opposées, elles se détruiront.

Le théorème serait également vrai quand même les deux ellipsoïdes considérés ne seraient pas de révolution, mais Mac-Laurin n'énonce que les théorèmes dont il aura besoin.

Il suit de ce qui vient d'être dit en dernier lieu que si une

particule matérielle se trouve à l'intérieur d'un ellipsoïde homogène de révolution, sur son axe ou en un point de son équateur, l'attraction, évidemment dirigée vers le centre, qu'elle éprouvera de la part de la masse totale de cet ellipsoïde, se réduira à celle qu'exercerait sur elle la portion du corps attirant qui serait comprise dans l'intérieur de l'ellipsoïde semblable et concentrique au proposé, dont la surface passerait par le point occupé par la particule considérée.

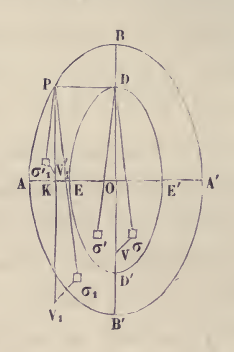
Lemme IV.

L'attraction exercée par un ellipsoïde de révolution homogène sur une particule placée à la surface de cet ellipsoïde sera évidemment dirigée vers un point de l'axe de révolution; elle pourra donc se décomposer en deux forces, l'une parallèle à l'axe et l'autre perpendiculaire : or on va démontrer que ces deux forces seront respectivement égales aux attractions qu'éprouveraient, de la part de l'ellipsoïde considéré, des particules égales à la proposée et situées aux pieds des perpendiculaires abaissées sur l'équateur et sur l'axe, du point où se trouvait la particule en question. Ces deux composantes se réduisant, d'après le lemme précédent, aux attractions qu'exerceraient des ellipsoïdes semblables au proposé sur des particules placées à leurs surfaces, soit sur l'axe de révolution soit sur l'équateur, il ne restera donc plus, pour résoudre entièrement le problème de l'attraction d'un ellipsoïde homogène et de révolution sur une particule placée à sa surface, qu'à obtenir, ce qui se fera par deux intégrations faciles, les attractions exercées par un ellipsoïde homogène de révolution sur une particule placée soit à l'un de ses pôles, soit

en un point de son équateur, attractions qui, naturellement, seront toutes deux dirigées vers le centre.

Cherchons donc, par exemple, les deux composantes, perpendiculaire et parallèle à l'axe de révolution, de l'attraction totale : Soient A B A′B′ un méridien quelconque de l'ellipsoïde, AA′

Fig. 2.



l'axe de révolution ou la ligne des pôles, BB′ le second axe de la méridienne, et P la particule considérée, soumise à l'attraction de la masse entière de l'ellipsoïde; soient d'ailleurs PK et PD les perpendiculaires abaissées du point P sur la ligne des pôles AA′ et sur le second axe BB′ de la méridienne du point P : il s'agit d'obtenir les composantes suivant PK et PD de l'attraction exercée par l'ellipsoïde entier sur la particule P, et proposons-nous d'abord d'évaluer la composante dirigée suivant PK. Soit D E D′E′ l'ellipse semblable à B A B′A′ et concentrique avec elle dont l'un des sommets est au pied D de la parallèle PD à l'axe, et supposons que cette ellipse tourne autour de AA′ de manière à

engendrer un ellipsoïde semblable et concentrique au proposé : la composante suivant PK de l'attraction cherchée sera l'attraction qu'exercerait l'ellipsoïde $DED'E'$ sur une particule égale à P, mais placée en D.

En effet, considérons sur la surface de l'ellipsoïde $DED'E'$ et à droite, par exemple, du plan perpendiculaire à celui de la figure qui passerait par BB', un élément infiniment petit σ; imaginons le cône $D\sigma$ qui aurait pour sommet D et pour base l'élément σ; puis concevons que ce cône soit transporté parallèlement à lui-même et à DP, de manière que son sommet arrive en P; il découpera alors dans la surface du grand ellipsoïde $ABA'B'$ un élément σ_1; nous aurons ainsi deux cônes $D\sigma$ et $P\sigma_1$, et si l'on suppose que la matière contenue dans le premier attire la particule D, tandis que celle qu'enveloppe le second attirerait une particule égale P, on pourra appliquer à ces deux cônes une des propositions précédentes, parce qu'on pourra considérer ces deux cônes comme semblables, en remplaçant leurs bases σ et σ_1 par des sections homologues indéfiniment peu éloignées de ces bases, ce qui n'altérera qu'infiniment peu les attractions considérées.

On pourra donc dire que les attractions de $D\sigma$ sur D et de $P\sigma_1$ sur P seront proportionnelles à $D\sigma$ et $P\sigma_1$.

Cela posé, considérons encore sur la surface du petit ellipsoïde l'élément σ', symétrique de σ par rapport au plan mené par BB' perpendiculairement à AA', le cône $D\sigma'$, enfin le cône $P\sigma'_1$, formé avec $D\sigma'$ comme $P\sigma_1$ l'avait été avec $D\sigma$.

Les attractions exercées par les deux nouveaux cônes $D\sigma'$ et $P\sigma'_1$ sur les particules égales déjà considérées et placées à leurs sommets D et P seront encore entre elles comme $D\sigma'$ et $P\sigma'_1$.

Soient enfin V le pied de la perpendiculaire abaissée de σ ou de σ' sur DD' et V_1, V'_1 les pieds des perpendiculaires abaissées de σ_1 et σ'_1 sur PK prolongé, s'il est besoin, dans l'un ou l'autre sens : la composante suivant DD' de la résultante des attractions exercées par les deux cônes $D\sigma$ et $D\sigma'$ sur la particule D, et la composante suivant PK de la résultante des attractions exercées par les deux cônes $P\sigma_1$ et $P\sigma'_1$ sur la particule égale P, seront représentées proportionnellement par 2 DV et par $PV_1 + PV'_1$, la seconde de ces distances pouvant être négative, ce qui arriverait si la parallèle menée par P à $D\sigma'$ perçait le grand ellipsoïde au-dessus du plan mené par PD perpendiculairement au plan de la figure.

Or, les quatre lignes $D\sigma$, $D\sigma'$, $P\sigma_1$ et $P\sigma'_1$ sont comprises dans un même plan passant par PD et qui couperait les deux ellipsoïdes suivant deux ellipses semblables et semblablement placées par rapport à leur centre commun, et il est facile de vérifier, ce que Mac-Laurin établit dans son premier lemme, que les cordes $D\sigma$, $D\sigma'$ et $P\sigma_1$, $P\sigma'_1$ de ces deux ellipses, placées comme elles le sont, seraient telles que

$$2\,D\sigma = P\sigma_1 + P\sigma'_1,$$

$P\sigma'_1$ pouvant être négative, si $P\sigma'_1$ faisait un angle de 180° avec $D\sigma'$.

Mais les quatre lignes $D\sigma$, $D\sigma'$, $P\sigma_1$ et $P\sigma'_1$ sont toutes également inclinées respectivement, les premières sur DD' et les autres sur PK, leurs projections sur DD' et sur PK sont donc liées par la même relation; c'est-à-dire que

$$2\,DV = PV_1 + PV'_1.$$

Donc, en résumé, les composantes suivant DD′ et PK des attractions exercées respectivement sur les particules égales placées en D et en P, par les éléments coniques qui se correspondent, suivant la décomposition adoptée, dans les deux ellipsoïdes DED′E′ et BAB′A′, sont égales; donc il en est de même des composantes suivant les mêmes directions DD′ et PK des attractions totales exercées sur les mêmes particules D et P par les deux ellipsoïdes DED′E′ et BAB′A′.

On démontrerait identiquement de la même manière que la composante parallèle à l'axe de révolution, ou suivant PD, de l'attraction exercée par l'ellipsoïde proposé BAB′A′, sur la particule placée en P, serait égale à l'attraction qu'exercerait sur une particule égale, placée en K, l'ellipsoïde semblable au proposé et semblablement placé par rapport au centre commun, dont la surface passerait par le point K.

Corollaire I. — Il résulte du lemme III que les attractions exercées par des ellipsoïdes de révolution semblables et homogènes, sur des particules égales placées à leurs pôles, ou sur leurs équateurs, sont proportionnelles aux axes de ces ellipsoïdes; et si l'on rapproche cette remarque des propositions établies dans le présent lemme IV, on en conclura que les composantes perpendiculaires à l'axe des attractions exercées par un ellipsoïde de révolution sur deux particules égales placées n'importe où dans son intérieur, sont entre elles comme les distances de ces particules à l'axe; et, de même, que les composantes perpendiculaires à l'équateur, des attractions exercées sur ces mêmes particules sont entre elles comme les distances de ces particules à l'équateur.

Corollaire II. — Si l'on désigne par A l'attraction exercée par

l'ellipsoïde sur une particule placée à l'un de ses pôles et par B l'attraction exercée sur une particule égale placée sur son équateur; si d'ailleurs a et b désignent le rayon polaire et le rayon équatorial; enfin si x et y désignent les distances d'une particule égale aux précédentes à l'équateur et à l'axe, les composantes perpendiculaires à l'axe et au plan de l'équateur de l'attraction exercée par l'ellipsoïde sur cette dernière particule seront évidemment

$$\frac{By}{b} \quad \text{et} \quad \frac{Ax}{a},$$

et l'attraction elle-même sera

$$\sqrt{\frac{B^2y^2}{b^2}+\frac{A^2x^2}{a^2}}.$$

Mac-Laurin donne ensuite les expressions de A et de B.

La démonstration de Mac-Laurin est longue et compliquée, parce qu'il l'entoure de précautions infinies et bien superflues. Nous avons cru pouvoir la rajeunir, mais nous n'en avons aucunement changé les bases ni les principes fondamentaux.



BOUGUER (PIERRE).

[Né en 1698 au Croisic (Bretagne), mort en 1758.]

Membre de l'Académie des Sciences de Paris et de la Société royale de Londres, il fut désigné, en 1731, pour aller, avec Godin et La Condamine, mesurer au Pérou un degré du méridien.

Il a laissé un grand nombre d'écrits : *Mémoire sur la mature des vaisseaux* (1727); *Sur la meilleure manière d'observer en*

mer la hauteur des astres (1729); *Traité du navire, de sa construction et de ses mouvements* (1746); *Manière d'observer en mer la déclinaison de la boussole* (1731); *Traité de navigation* (1753); *Traité d'optique* (1760), etc.

Bouguer est l'inventeur de l'héliomètre, instrument destiné à mesurer les diamètres apparents des astres. L'héliomètre de Bouguer est fondé sur le principe suivant : si, au lieu d'un seul objectif, la lunette astronomique en contient deux, placés à côté l'un de l'autre, mais dont, celui de droite, par exemple, puisse être déplacé dans le sens vertical, les deux images observées se trouveront à des hauteurs inégales; et si le second objectif a été transporté de manière que le bord inférieur de l'une des images se trouve sur la même ligne horizontale que le bord supérieur de l'autre, l'angle que le second objectif aura décrit, par rapport à l'oculaire mesurera le diamètre apparent de l'astre. Or, cet angle pourra aisément être fourni par une table établie à l'avance, au moyen de quelques expériences directes ; si, en effet, le mouvement de l'objectif mobile est produit à l'aide d'une vis micrométrique bien construite, l'angle cherché se déduira, en raison donnée, de celui dont la tête de la vis aura tourné.

Le Mémoire *Sur la meilleure manière d'observer la hauteur des astres en mer* fut couronné par l'Académie des Sciences de Paris; il contient une intéressante théorie mathématique des réfractions astronomiques. Nous avons dit que Taylor avait le premier essayé de soumettre la question au Calcul, mais Bouguer va plus loin que lui, et il est probable qu'il ne connaissait pas la *Methodus incrementorum.*

Bouguer donne le nom de *solaire* à la courbe que suit un rayon lumineux dans notre atmosphère, et il cherche à déterminer

l'équation de cette courbe, en supposant connue la loi de variation de densité des couches de l'air. Il suppose que la différentielle du sinus de l'angle du rayon avec la normale est proportionnelle à la différentielle de la densité, et il en conclut que la distance d'une tangente à la solaire au centre de la terre est proportionnelle à la densité de l'atmosphère au point de contact; d'où il résulte comme corollaire que, si la densité variait en raison inverse de la distance au centre de la terre, la solaire serait une logarithmique.

Bouguer suppose que la densité de l'air varie en raison inverse d'une puissance inconnue m de la hauteur, et il exprime la réfraction au moyen d'une série. Il obtient ensuite la valeur de m en comparant la valeur de la réfraction, fournie par la série, avec celle que donne une observation directe.

Il a rapporté de son voyage au Pérou un assez grand nombre d'observations relatives aux réfractions.



MAUPERTUIS (PIERRE-LOUIS MOREAU DE).

(Né à Saint-Malo en 1698, mort à Bâle en 1759.)

Il fut d'abord mousquetaire et devint capitaine de dragons; puis il se mit à étudier les Mathématiques et fut nommé membre de l'Académie des Sciences en 1723.

Il contribua à faire connaître Newton en France.

Huyghens et Newton avaient été conduits par la théorie à penser que la terre doit être aplatie aux pôles. Cependant, les opérations géodésiques de Cassini semblaient donner un résultat

contraire. Deux commissions scientifiques furent envoyées, l'une au Pérou, et l'autre vers le pôle nord, pour obtenir les mesures d'un degré du méridien à ces deux latitudes presque extrêmes, et trancher positivement la question.

Maupertuis fut chargé d'aller au pôle nord; Clairaut, Camus et Lemonnier lui furent adjoints. Ces trois derniers se chargèrent à peu près de toutes les opérations, et Maupertuis s'acquitta assez mal du peu qu'il avait à faire. Cela ne l'empêcha pas au retour (1737) de se faire peindre enveloppé de fourrures et, d'une main, aplatissant la terre.

La Société royale de Londres lui accorda le titre de membre et l'Académie française le mit au nombre des immortels.

Maupertuis n'était pas de nature à jouir de tant d'honneurs sans se rendre insupportable, et il eut bientôt autant d'ennemis que de collègues.

Il accepta avec empressement l'offre que lui fit le roi de Prusse, en 1740, de venir à Berlin présider sa nouvelle Académie. Mais diverses circonstances l'empêchèrent d'occuper ces fonctions avant 1746.

Là il s'attaqua d'abord à Kœnig, qu'il fit expulser pour avoir mal parlé du *Principe de la moindre action,* dont Maupertuis était très fier et qui consiste à peu près en ce que les forces produisent sans perte tous leurs effets, ce qui doit d'autant moins étonner que c'est par leurs effets qu'on les mesure, de sorte que, si elles ne travaillaient que mollement, on n'en saurait rien.

Voltaire prit parti pour Kœnig et se fit aussi remercier. Il se vengea de Maupertuis en publiant la *Diatribe du Dr Akakia*, où il y a plus d'esprit et plus de malice qu'il n'en faudrait pour ridiculiser à tout jamais toute une Académie de Maupertuis.

Je ne dirai pas, au reste, que Voltaire se fut préoccupé d'être juste envers son adversaire.

Le coup était si rude que le pauvre Maupertuis ne s'en releva pas. Atteint peu après d'une maladie de poitrine, il alla finir ses jours près des fils des deux grands Bernoulli.



KLINGENSTIERNA (SAMUEL).

(Né à Tolefors en 1698, mort à Stockholm en 1765.)

Professeur de Mathématiques à l'Université d'Upsal, membre de la Société royale de Londres. Il facilita l'invention des lunettes achromatiques en rectifiant l'erreur dans laquelle était tombé Newton en affirmant l'impossibilité de s'affranchir de l'irradiation.

CAMUS (CHARLES-ÉTIENNE-LOUIS).

(Né à Cressy en 1699, mort en 1768.)

Il était fils d'un chirurgien. Il montra de bonne heure beaucoup de goût pour les Mathématiques, et Varignon, qui l'avait distingué, dirigea ses efforts vers la Mécanique et l'Astronomie. L'Académie des Sciences lui donna, en 1727, un prix offert par elle pour *la meilleure Méthode à employer dans la mâture des navires*. Il remplaça Pitot à l'Académie des Sciences comme mécanicien adjoint, et fit partie de l'Académie d'Architecture.

Il fut envoyé, en 1736, dans le Nord avec Maupertuis, Clairaut et autres savants pour déterminer la forme de la terre. Il fut

nommé à son retour examinateur des Écoles d'artillerie et du génie et membre de la Société royale de Londres.

Il a laissé des *Éléments de Mécanique* (1751), un *Traité sur les forces vives des corps en mouvement* (1728), un *Traité d'Hydraulique* (1739), plusieurs mémoires insérés dans le recueil de l'Académie et un grand nombre de manuscrits.



BERNARD DE JUSSIEU (FRÈRE ET DISCIPLE D'ANTOINE).

(Né à Lyon en 1699, mort à Paris en 1777.)

Il vint à Paris, la première fois, à l'âge de quinze ans, alla étudier la Médecine à Montpellier et revint à Paris, où il fut nommé sous-démonstrateur de Botanique au Jardin des Plantes.

Il donna, en 1725, une édition de l'*Histoire des plantes des environs de Paris*, de Tournefort. Il s'occupa dès lors de constituer son système de classification, qu'on a désigné sous le nom de méthode naturelle.

Il dit, dans un mémoire de 1739 :

« Mon objet n'est pas de démontrer ici la préférence d'une méthode sur une autre..... Le caractère d'une plante est ce qui la distingue de toutes celles qui ont quelque rapport avec elle, et ce caractère, par les lois établies de la Botanique, doit être formé d'après l'examen des parties qui composent la fleur.

« On nomme *caractère incomplet* celui dans lequel on décrit seulement quelques parties de la plante, en gardant le silence sur les autres parties que, par la méthode qu'on s'est proposée, on suppose inutiles; au lieu qu'on entend par *caractère naturel*

celui dans lequel on désigne toutes les parties de la fleur et où l'on considère le *nombre*, la *figure* et la *proportion*. »

Il avait remarqué que certains caractères sont plus généraux que les autres et doivent fournir les premières divisions. Il trouvait les premiers dans le mode de germination et dans la disposition respective des organes sexuels; mais il tenait compte ensuite des organes protecteurs, des autres parties de la fleur, du fruit, de la graine, etc.

On a dit qu'avant Bernard on *comptait* les caractères, et qu'il les a *pesés* le premier.

Son principal ouvrage est le *Catalogue de Trianon*, qui offre un tableau de sa méthode. Voici ce qu'a dit Laurent de Jussieu des travaux de son oncle Bernard :

« Bernard de Jussieu regardait la Botanique non comme une Science de mémoire ou de nomenclature, mais comme une Science de combinaisons, fondée sur une connaissance approfondie de tous les caractères de chaque plante..... « *Quand un homme a combiné les caractères des plantes au point de pouvoir, dans une espèce inconnue, déterminer l'existence de plusieurs par la présence d'un seul*, et, en conséquence rapporter sur-le-champ cette espèce à l'ordre qui lui convient...., on peut dire de cet homme qu'il a été le créateur ou au moins le restaurateur de la Science. »

On voit par ce remarquable aperçu comment Laurent entendait la Botanique.



GRAY (ÉTIENNE).

(Né en 1700, mort en 1760.)

Il remarqua le premier (avant 1733) que l'on peut transmettre l'électricité à tous les corps en les mettant en contact avec des corps électriques (l'ambre, le verre), préalablement électrisés.

Il a publié plusieurs mémoires dans les *Philosophical transactions.*

NOLLET (L'ABBÉ JEAN-ANTOINE).

(Né à Pimpré, près de Noyon, en 1700, mort à Paris en 1770.)

Il vint faire ses études à Paris, où il vécut ensuite quelque temps en donnant des leçons particulières. Associé par Dufay à ses recherches sur l'électricité, il visita avec lui, en 1734, l'Angleterre et la Hollande. De retour à Paris, il ouvrit un cours de Physique et fut bientôt après nommé membre de l'Académie des Sciences.

Des leçons publiques qu'il fit à Versailles lui valurent la protection du Dauphin. Louis XV lui ayant confié une mission scientifique en Italie, il en rapporta de précieux documents qui vinrent grossir les collections de l'Académie.

Une chaire de Physique expérimentale fut créée pour lui au Collège de Navarre et il fut chargé d'enseigner la Physique et l'Histoire naturelle aux princes de la famille royale. Enfin il fut nommé professeur aux Écoles de La Fère et de Mézière.

SCHIRACH.

[Né à Klein-Bautzen (Saxe) vers 1700, mort en 1773.]

Auteur de plusieurs ouvrages sur l'éducation des abeilles.

Il démontra, contrairement à l'opinion énoncée par Réaumur, que les mères abeilles proviennent des mêmes œufs que les abeilles ouvrières; que la différence des destins des insectes de l'une et l'autre espèce ne tient qu'à une différence dans le mode d'alimentation; que les abeilles vouées à la stérilité ne contractent leur infirmité que pour être restées enfermées dans des alvéoles trop étroites, avec une nourriture insuffisante; enfin que, lorsque la mère abeille meurt, les ouvrières n'ont qu'à changer les conditions où se trouve une des larves, pour en faire sortir une nouvelle mère.

Ayant enfermé à part, et sans reine, dans une boîte spéciale, des abeilles ouvrières, avec de la cire, du miel, des œufs, des vers et des nymphes, il vit ce petit essaim se donner une reine, capable d'en remplir toutes les fonctions.

Il ne parle pas de la sélection et de l'éducation des abeilles mâles.

Ses ouvrages ont été réunis et traduits en français par M. Blassière sous le titre : *Histoire naturelle de la reine des abeilles* (1787).



DUHAMEL-DUMONCEAU (HENRI-LOUIS).

(Né à Paris en 1700, mort en 1781.)

Inspecteur général de la Marine, pensionnaire botaniste de

l'Académie des Sciences, membre de l'Académie de Marine, de la Société de Médecine, de la Société royale de Londres, des Académies des Sciences de Saint-Pétersbourg, de Stockholm, d'Edimbourg et de Padoue.

Au sortir du collège d'Harcourt, où il avait été élevé, il se lia avec Dufay, Geoffroy, Lémery, Jussieu, Vaillant, qui occupaient les diverses chaires établies au Muséum, et étudia l'Histoire naturelle sous leur direction. Un rapport sur une maladie du safran, qu'il avait été chargé par l'Académie des Sciences de faire au gouvernement, lui ouvrit les portes de cette assemblée (1728). Il venait de découvrir l'oïdium, qui a tant occupé notre génération. Il publia, en 1758, une *Physique des arbres*, où, le premier, il décrivait exactement les lois de l'accroissement des plantes, de la formation des écorces et du bois, la manière dont les branches se transforment en racines et réciproquement, le double mouvement de la sève, les influences de l'air, de la lumière et du sol sur le développement des végétaux, les principaux phénomènes qui constituent la greffe, etc. Il passait la plus grande partie de l'année dans les terres de sa famille, près de Pithiviers, et y appliquait les nouvelles théories agricoles, sans redouter ni la dépense ni les chances d'insuccès. Non seulement il se livrait à d'importantes et utiles études pratiques sur les engrais, mais il ne reculait devant aucun sacrifice pour naturaliser en France les plantes exotiques qui pouvaient être utiles.

Attaché au département de la Marine par Maurepas, il s'occupa avec zèle et habileté de tous les détails de cette administration : la construction des vaisseaux, la fabrication des voiles et des cordages, la conservation des bois l'attachèrent successivement et il en fit le sujet de nombreuses communications à

l'Académie des Sciences. On a aussi de lui un *Traité sur la santé des marins*, où il s'efforce de faire appliquer les presciptions de la Science au bien-être des matelots.

Il est, pour ainsi dire, le créateur de la Météorologie pratique, dont il a laissé, pour chaque année, depuis 1740 jusqu'à sa mort, des observations complètes recueillies à Pithiviers.

C'est lui qui imagina la méthode, renouvelée par M. Flourens, de mêler de la teinture de garance à la nourriture des animaux, pour étudier les lois du développement de leurs os. On lui doit aussi des expériences curieuses de greffes de parties charnues d'animaux sur d'autres. Il paraît avoir eu l'idée de l'identité de la foudre et de l'électricité ; il développa cette hypothèse devant l'Académie des Sciences, à l'occasion de la mort d'un homme frappé de la foudre à Pithiviers, mais Réaumur tourna ce système en plaisanterie et l'y fit renoncer.

Pour donner une idée du caractère de ce savant, dont Condorcet a écrit l'éloge, nous citerons les deux traits suivants. Un jour, un jeune officier de marine posa à Duhamel quelques questions auxquelles le savant répondit par ces mots : « Je ne sais pas. — A quoi donc sert d'être académicien? » riposta le jeune homme. Duhamel garda le silence; mais, quelques instants après, l'officier s'étant engagé dans une description et ayant fini par s'embrouiller dans une argumentation qui décelait son ignorance : « Monsieur, lui dit alors Duhamel, vous voyez maintenant à quoi il sert d'être de l'Académie : c'est à ne parler que de ce qu'on sait. » Pendant qu'il était à Toulon, comme inspecteur de la marine, il proposa un projet important pour l'amélioration du port de cette ville. Ce projet fut mal accueilli par tous ceux qu'il consulta. Quelque temps après, il apprit par le ministre

Maurepas qu'un de ceux qui avaient combattu le plus vivement ses idées avait envoyé au ministre un mémoire dans lequel il proposait d'exécuter, comme étant le fruit de son propre travail, le projet tant déprécié par lui. « Monseigneur, dit alors Duhamel à Maurepas, il faut exécuter ce que l'on vous propose, mais laissons-en l'honneur à l'auteur du mémoire. Pourvu que le bien se fasse, il importe peu qu'un autre ou moi en ayons la gloire. »

L'agriculture, l'arboriculture, les arts, la marine, l'architecture navale lui durent d'importantes améliorations. Homme de science et homme pratique, il expérimentait lui-même les innovations qu'il proposait, ce qui donne à ses travaux un grand caractère d'exactitude. Parmi ses ouvrages, écrits d'une façon trop prolixe, il faut citer : l'*Art de la corderie* (1747, 2e édit. augm., 1769); *Traité de la culture des terres* (1750-1762, 6 vol.); *Éléments de l'architecture navale* (1752); *Traité de la conservation des grains* (1753); *Traité des arbres qui se cultivent en France en pleine terre* (1755); *De la physique des arbres* (1758); *Traité sur la structure*, *l'anatomie et la physiologie des plantes*, d'après les travaux de Grew, de Malpighi, de Bonnet, de Hales, auxquels il ajouta un grand nombre d'expériences personnelles : ce Traité est considéré comme son chef-d'œuvre; *Des semis et plantations des arbres et de la culture* (1760), ouvrage rempli d'utiles observations; *De l'exploitation des bois* (1764); *Du transport*, *de la conservation et de la force des bois* (1767); *Éléments de l'agriculture* (1762, 2 vol.); *Traité de la garance* (1765); *Traité des arbres fruitiers* (1768, 2 vol. in-4°, avec plus de 200 planches); *Traité général des pêches maritimes*, *des rivières et des étangs* (1769-1782, 3 vol. in-fol.). On lui doit,

en outre, une vingtaine de Traités sur les arts et métiers, publiés de 1761 à 1766.



BIANCONI (COMTE LUDOVICO).

(Né à Bologne en 1700, mort à Pérouse en 1781.

Médecin et Physicien. Il est le premier qui ait constaté l'influence de la température sur la vitesse du son dans l'air. Il fit ses expériences à Bologne; on tirait pour lui le canon de la forteresse et il observait du cloître San-Urbino, distant de 30 milles environ. Il trouva que l'intervalle de temps écoulé entre les perceptions de la lumière et du bruit était représenté en été, à la température de 24° Réaumur, par 76 oscillations de son pendule, et en hiver, à — 1°, par 79. Ses observations sont consignées dans un mémoire intitulé : *Della diversa velocita del suono.* (Venise, 1746).

BERNOULLI (DANIEL, SECOND FILS DE JEAN).

(Né à Groningue en 1700, mort à Bâle en 1782

Après avoir été initié par son père aux Sciences mathématiques, il alla étudier la Médecine en Italie, où il suivit les leçons de Morgagni et de Michelotti. Il occupa successivement une chaire de Mathématiques à Saint-Pétersbourg (1725-1732), une chaire d'Anatomie et de Physique à Groningue, puis une chaire de Philosophie à Bâle.

Il fut membre correspondant des Académies de Paris, de Londres, de Berlin et de Saint-Pétersbourg et remporta ou partagea dix fois les prix de l'Académie des Sciences de Paris.

Le principal de ses ouvrages est son *Traité d'Hydrodynamique*, où se trouve son fameux théorème sur la pression variable d'un liquide le long d'une veine pesante soumise à un régime permanent.

Ses principaux mémoires ont trait à la détermination de l'heure en mer, à l'inclinaison des orbites planétaires, au flux et au reflux de la mer. Ils ont été insérés dans les recueils de l'Académie de Berlin et de l'Académie des Sciences de Paris.



TREMBLAY (ABRAHAM).

(Né à Genève en 1700, mort en 1784.)

C'est lui qui reconnut le premier, sur un polype d'eau douce, que les animaux de cette espèce se reconstituent, en peu de temps, après avoir été coupés en morceaux; chaque morceau se donnant à lui-même les parties qui lui manquaient : les bras, la tête et la queue.

HULL (JONATHAN).

(Né vers 1700.)

Il proposa le premier, en 1736, d'appliquer la vapeur à la propulsion des navires, au moyen de roues à aubes, en transformant le mouvement alternatif du piston en un mouvement circulaire continu. Son invention est décrite dans un ouvrage intitulé: *Description et figure d'une machine nouvellement inventée pour amener les navires et les vaisseaux dans les rades, les ports et les rivières ou pour les en faire sortir contre vents et marées.* Cet ouvrage a paru à Londres en 1737.

CELSIUS (ANDRÉ).

(Né en 1701, mort en 1744.)

Il se prépara d''abord à la carrière judiciaire, mais son goût pour les Sciences mathématiques l'emporta. Nommé, en 1730, professeur d'Astronomie à l'université d'Upsal, il ne laissa pas que de se mettre à voyager pour étendre son instruction. Il publia à Nuremberg (1733) ses *Observationes luminis borealis;* à Bologne, il démontra la diminution lente de l'inclinaison de l'équateur sur l'écliptique; à Rome, il corrigea la méridienne du couvent des Chartreux; il prit part, à Paris, à la discussion relative à la figure de la terre, conseilla de mesurer deux arcs du méridien, près de l'équateur et près du pôle, et fut adjoint à la commission qui se rendit en Laponie sous la direction de Maupertuis.

Il obtint du gouvernement la construction de l'Observatoire d'Upsal, mais il ne put en profiter que peu de temps.

Il avait proposé l'adoption du thermomètre centigrade.



DE LA CONDAMINE (CHARLES-MARIE).

(Né à Paris en 1701, mort en 1774.)

Il embrassa d'abord la carrière militaire, mais y renonça bientôt pour se livrer à l'étude des Sciences. Il entra à l'Académie des Sciences comme adjoint chimiste. Après différents voyages le long des côtes d'Afrique et d'Asie, il obtint de faire partie de l'expédition envoyée au Pérou pour y mesurer la longueur d'un degré du méridien.

La Condamine ne peut être comparé à son collègue Bouguer; néanmoins les services qu'il rendit dans cette campagne scientifique sont peut-être supérieurs à ceux de Godin et Bouguer. L'exactitude de ses observations, le soin scrupuleux qu'il mettait à les exécuter avaient déjà un grand prix, dans une opération aussi délicate; mais où La Condamine fut indispensable, ce fut dans les négociations interminables qu'il fallait engager avec des peuples à demi-sauvages, que la vue d'un télescope exaspérait et qui voyaient dans un sextant une menace de révolution. La Condamine seul, par son courage inébranlable, par les ressources prodigieuses de son esprit, était capable d'arriver à dominer et à gagner ces populations défiantes et superstitieuses.

Le voyage ne dura pas moins de dix ans. La Condamine en publia la relation à son retour. Il rapportait une observation d'une grande importance, celle de la déviation du fil à plomb par l'attraction des grandes masses de montagnes, et des observations très intéressantes pour l'Histoire naturelle, concernant la faune et la flore du bassin des Amazones.

Il proposait d'adopter pour unité de longueur celle du pendule battant la seconde à l'équateur.

Il rendit aussi le grand service de propager l'inoculation de la petite vérole.

Il fut élu à l'Académie Française en 1760.

Il a laissé un ouvrage intitulé : *Observations astronomiques et météorologiques faites dans un voyage au Levant en* 1731 *et* 1732 (Paris, 1732) et une vingtaine de mémoires insérés dans le recueil de l'Académie des Sciences.



LECCHI (JEAN-ANTOINE).

(Né à Milan en 1702, mort en 1776.)

Il fut un des précurseurs de notre Du Bua. Il appartenait à l'ordre des jésuites et professait les Mathématiques à Pavie lorsque Marie-Thérèse l'appela à Vienne et le nomma ingénieur de la Cour. Clément XIII le rappela en Italie et le chargea de l'endiguement des fleuves qui traversaient les États de l'Église.

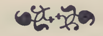
Son principal ouvrage, imprimé à Milan en 1765, est intitulé : *Idrostatica estaminata ne suoi principi, e stabilata nelle sue regale della misura dell'acque correnti.* C'est un Traité théorique et pratique du mouvement des eaux.

L'auteur y discute d'abord les principes posés ou adoptés par Castelli, Varignon, Newton, Mac-Laurin, S'Gravesande, Euler, Bernoulli et d'Alembert. Il ne reconnaît d'utilité pratique qu'aux théorèmes de Daniel Bernoulli.

Il s'occupe ensuite des effets des ajutages et termine par l'étude du mouvement de l'eau dans les canaux réguliers et dans les cours d'eau naturels.

Il a laissé sur le même sujet un *Trattato de canali navigabili* (Milan, 1776).

On lui doit aussi une Histoire de l'Hydrostatique, des ouvrages de Géométrie élémentaire et une *Theoria lucis* (Milan, 1765).



TRUDAINE (DANIEL-CHARLES).

(Né à Paris en 1703, mort à Paris en 1765.)

Il était fils de Charles Trudaine, qui mourut en 1721, après avoir été conseiller d'État, prévôt des marchands de Paris et

destitué de cette place par le Régent comme « trop honnête homme ». Daniel-Charles remplit successivement les places de conseiller au parlement, d'intendant d'Auvergne, de conseiller d'État (1734), d'intendant des finances et de directeur des ponts et chaussées. C'était un habile et intègre administrateur, qui rendit de grands services à l'État en faisant tracer avec économie de superbes routes destinées à faciliter les communications entre la province et Paris, en faisant construire un grand nombre de ponts, en s'efforçant de favoriser l'industrie, pour laquelle il demanda des libertés plus grandes, etc. Il était membre de l'Académie des Sciences.



DEPARCIEUX (ANTOINE).

(Né près d'Uzès en 1703, mort à Paris en 1768.)

Il fut élevé au collège de Lyon et vint à Paris, où il s'employa d'abord à établir des cadrans solaires qui lui étaient bien payés, à cause du soin particulier qu'il apportait à leur construction. Parvenu à une modeste aisance, il commença à s'occuper de recherches théoriques relatives principalement à la Mécanique et à l'emploi de l'eau comme moteur. Nous notons pour mémoire son *Traité de Trigonométrie rectiligne et sphérique*, qui parut en 1741, mais qui ne pouvait contenir rien de bien neuf.

Dès 1735, il avait présenté à l'Académie des Sciences une machine ingénieuse pour l'élévation des eaux. Différents autres mémoires, adressés à cette même Académie, l'y firent admettre en 1746. C'est de cette époque que datent ses plus importants travaux. On croyait alors que, de quelque manière qu'on

employât l'eau, soit par son poids, soit par son choc, on devait en obtenir les mêmes effets.

Un travail dont Deparcieux fut chargé à Crécy, pour M[me] de Pompadour, et où il s'agissait d'élever à 163 pieds de hauteur les eaux de la petite rivière de Blaise, lui fournit l'occasion de contrôler le principe généralement adopté. Voyant que, d'après la théorie admise, il serait impossible d'élever à la hauteur voulue une partie appréciable de l'eau fournie par la source, il eut l'idée de se servir d'une roue à augets, marchant lentement; il en calcula toutes les dimensions de manière à ne rien perdre de la puissance de la chute, et réussit à souhait.

Il commença vers 1758 à s'occuper de perfectionner la construction des roues en dessous, et parvint tout d'abord à établir les règles dont on a attribué depuis tout le mérite au général Poncelet, qui avait assez d'autres titres pour n'avoir pas à se prévaloir de celui-là. Ajoutons toutefois que Deparcieux n'avait pu réaliser son idée en grand, et n'avait fait construire pour l'Académie qu'un petit modèle, sur lequel il eût été difficile d'asseoir un jugement.

Dans son mémoire de 1759, il commence par réfuter les arguments que Pitot avait apportés en 1729 à l'appui de la pratique constamment suivie de munir les roues d'aubes planes dirigées dans le prolongement des rayons. Deparcieux fait observer avec raison que, même dans les roues à aubes planes, l'eau agit en partie par son poids, puisqu'elle monte le long des aubes, du côté où elle afflue, et laisse un certain vide derrière elles. Il pose nettement en principe qu'il y aurait avantage à incliner les aubes dans le sens contraire à celui du courant, non seulement parce que l'eau resterait plus longtemps dessus, mais encore parce

qu'elles se dégageraient ensuite plus aisément du courant. Il va même jusqu'à fixer l'inclinaison à donner aux aubes par rapport aux rayons aboutissant aux points où elles s'enchâssent. Il indique comme généralement préférable une inclinaison de 30 degrés, en remarquant toutefois que le choix à faire peut dépendre de la rapidité du courant, de la quantité dont les aubes y seront plongées, etc.

Il avait commencé une série d'expériences pour arriver à savoir s'il est préférable de rapprocher les aubes les unes des autres ou de les maintenir à une distance telle que deux seulement plongeassent à la fois dans le courant, conformément à la pratique généralement suivie. Ces expériences ont été reprises depuis par Bossut.

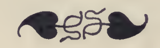
Deparcieux s'était, au milieu de ses autres travaux, occupé d'une question entièrement neuve, sur laquelle il publia ses premières recherches en 1746, sous le titre : *Essai sur les probabilités de la durée de la vie humaine,* et à laquelle il resta attaché jusqu'à sa mort. Ses tables de mortalité ont servi de base aux calculs de toutes les Compagnies d'assurances établies en France. Elles donnent aujourd'hui une valeur beaucoup trop petite à la durée probable de la vie à chaque âge, et les Compagnies ne les considèrent plus depuis longtemps que comme fournissant des limites en deçà desquelles les bénéfices sont certains. Il est déplorable qu'aucun des gouvernements qui se sont succédé en France depuis 1789 n'ait songé à mettre à profit les documents si sûrs dont dispose l'administration, pour perfectionner des tables qu'un savant avait pu dresser avec ses seules ressources.



ROUELLE (L'AÎNÉ).

[Né en 1703 à Mathieu (Normandie), mort en 1770.]

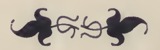
Professeur de Chimie au Jardin des Plantes; il a exercé une grande influence sur les progrès de cette Science par son enseignement oral. Il n'a laissé qu'un travail important sur *les sels neutres, les sels acides et les sels avec excès de base.* Il y constate la constante proportionnalité de l'acide et de la base dans chaque combinaison saline.



LESEUR (THOMAS).

(Né à Réthel en 1703, mort à Rome en 1770.)

Religieux minime, il professait les Mathématiques au collège de la Sapience. Il n'est guère connu que pour avoir traité avec détail la question de la décomposition des équations en équations de moindres degrés, et montré que cette décomposition dépendait en général de la résolution d'équations plus compliquées que celles qu'on voulait résoudre.



DALIBARD (THOMAS-FRANÇOIS).

[Né à Crannes (Maine) en 1703, mort à Paris en 1799.]

Fut le premier maître de Mathématiques de Buffon. Il publia en 1749, sous le titre *Floræ Parisiensis prodromus*, avec quatre planches, une esquisse de la Flore des environs de Paris, où il classe les plantes selon la méthode de Linné, qu'il a été l'un des premiers à introduire en France.

Il devança d'un mois Franklin dans sa célèbre expérience sur l'électricité atmosphérique; mais il est juste d'ajouter que c'est Franklin qui en avait eu l'idée. Le 10 mai 1752, une longue tige métallique, qu'il avait établie dans le jardin de Marly-la-Ville, donna des étincelles pendant un orage. Dalibard répéta l'expérience devant Louis XV, qui lui donna une pension de 1,200 livres.

Dalibard avait donné peu auparavant une théorie abrégée de l'électricité, suivie d'une traduction des écrits de Franklin sur la matière.

CRAMER (GABRIEL).

[Né à Genève en 1704, mort à Bagnols (France) en 1752.]

Sa famille, originaire du Holstein, s'était d'abord établie à Strasbourg; elle vint ensuite se fixer à Genève. Son père exerçait la Médecine dans cette ville.

Cramer concourut à vingt ans pour la chaire de Philosophie à l'Université de Genève. Ses deux rivaux étaient de La Rive et Calandrini. Ce fut de La Rive qui l'emporta, mais le Conseil jugea alors à propos de diviser l'enseignement de la Philosophie en deux parts, dont l'une, comprenant les Mathématiques, fut confiée concurremment à Cramer et à Calandrini, qui devaient s'en charger alternativement. Calandrini succéda plus tard à de La Rive (1734), et Cramer resta alors seul en possession de la chaire de Mathématiques.

Il profita, en 1727, de ce que Caladrini remplissait leur fonction commune, pour entreprendre un voyage qui dura deux ans. Il vit à Bâle Jean Bernoulli, dont il obtint l'amitié et les leçons; il fit

en Angleterre la connaissance de Halley, de Moivre, de Stirling; il se lia à Leyde avec S'Gravesande; il visita à Paris Fontenelle, de Mairan, Réaumur, Maupertuis, Buffon et Clairaut.

Il concourut, en 1730, pour le prix offert par l'Académie des Sciences de Paris sur la question *de la cause physique de la figure elliptique des planètes et de la mobilité de leurs aphélies.* Jean Bernoulli obtint le prix, Cramer eut l'accessit; mais le vainqueur ne faisait aucune difficulté de convenir qu'il croyait ne devoir son succès qu'aux ménagements qu'il avait gardés pour les Tourbillons de Descartes, encore révérés de ses juges [1].

Il fut élu membre du Conseil des Deux-Cents en 1734, et de celui des Soixante en 1749. Les Académies de Berlin, de Lyon et de Montpellier, la Société royale de Londres et l'Institut de Bologne l'admirent dans leur sein vers 1750.

Il fut, peu de temps après, atteint d'une maladie de poitrine; les médecins le pressèrent d'aller habiter le Midi de la France : il ne put aller plus loin que Bagnols, près d'Uzès.

Le principal de ses ouvrages est l'*Introduction à l'analyse des lignes courbes algébriques* (Genève, 1750), qui parut deux ans après l'*Introductio in Analysin infinitorum* d'Euler, mais qui en diffère essentiellement en ce que Cramer se propose bien plus le perfectionnement de la Géométrie que l'application des méthodes analytiques à l'étude des courbes. On trouve dans cet ouvrage les formules des inconnues d'un système d'équations du premier degré, une nouvelle énumération des lignes du troisième ordre, et de nombreux aperçus qui ont été utilisés par M. Clebsch dans ses *Leçons sur la Géométrie.*

[1] L. Isely. *Essai sur l'histoire des Mathématiques dans la Suisse française.* Neufchâtel, 1884.

C'est à Cramer qu'on doit les belles éditions des œuvres de Jacques et de Jean Bernoulli. Il donna aussi ses soins à la publication de la correspondance entre Leibniz et Jean Bernoulli.

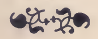


GODIN (LOUIS).

(Né à Paris en 1704, mort en 1760.)

Il fit partie de la Commission envoyée au Pérou pour y mesurer un degré du méridien.

Il a continué l'*Histoire de l'Académie des Sciences*, de Fontenelle, de 1680 à 1699. Il a apporté quelques perfectionnements à la construction des lunettes.



FONTAINE DES BERTINS (ALEXIS).

[Né à Bourg-Argentel (Ardèche) vers 1705, mort en 1771.]

Il était fils d'un notaire de Claveyron (Drôme), et c'est pour cette raison, sans doute, que la plupart des biographes le font naître dans ce dernier lieu. Possesseur d'une fortune qui lui permettait de se livrer à ses goûts, Fontaine se rendit à Paris, où il se consacra entièrement à l'étude des Sciences mathématiques. Il entra à l'Académie des Sciences en 1733 et s'y fit un nom honorable par un grand nombre de communications intéressantes.

Ses recherches théoriques visaient à une trop grande généralité, et il consuma inutilement de grands efforts dans des tentatives irréalisables, telles, par exemple, que celle de l'invention d'une méthode générale pour la résolution des équations algé-

briques de tous les degrés par la décomposition de leurs premiers membres en facteurs.

Ces hautes visées ne sont pas inutiles à la Science, puisqu'elles développent l'esprit de généralisation, mais elles n'aboutissent guère qu'à ce résultat indirect.

Une autre question inabordable, que Fontaine tourna en tous sens, est celle de l'intégration générale des équations différentielles où les variables se trouvent mêlées. Fontaine, bien entendu, ne trouva pas la méthode qu'il cherchait; mais il contribua d'une façon heureuse à éclaircir la question même de l'intégration dans le cas général.

On n'était pas, en effet, encore bien fixé sur le degré d'indétermination que devait comporter l'intégrale générale d'une équation différentielle de l'ordre m; c'est Fontaine qui mit hors de doute ce point important, que l'équation intégrale doit contenir m constantes arbitraires. Il y arriva par cette considération, dont on fait encore usage aujourd'hui, que, comme entre une équation finie et ses m premières équations différentielles, on pourrait éliminer m constantes arbitraires, ce qui conduirait, en définitive, à une équation différentielle de l'ordre m, réciproquement, pour atteindre à la plus grande généralité possible, on doit considérer une équation différentielle de l'ordre m comme résultant d'une pareille élimination de m constantes, et que, par conséquent, l'intégrale générale doit renfermer ces m constantes.

Mais Fontaine va encore plus loin : il établit, en effet, cet important théorème, que, de quelque manière que l'on parvienne à une équation différentielle de l'ordre m, en partant d'une même équation finie et éliminant les mêmes constantes, on tombera toujours sur le même résultat. Il tire de là ce précieux corollaire,

que toute équation différentielle de l'ordre m peut être déduite de m équations différentielles de l'ordre $m - 1$, distinctes les unes des autres et contenant des constantes différentes ; de sorte que le problème de l'intégration d'une équation de l'ordre m pourrait être ramené à celui de la recherche de ses m premières intégrales, puisque, si l'on connaissait ces m intégrales, on pourrait éliminer entre elles les $m - 1$ dérivées qui s'y trouveraient et parvenir ainsi à une équation finie entre la fonction et sa variable.

Il paraît que c'est à Fontaine que l'on doit la notation en usage des dérivées partielles d'une fonction de plusieurs variables.

On lui avait attribué la découverte des conditions d'intégralité d'une fonction différentielle du premier ordre

$$M\,dx + N\,dy + P\,dz + \ldots;$$

c'était à tort. La condition, au moins pour une fonction de deux variables, avait été donnée, en 1720, par Jean Bernoulli dans les *Acta eruditorum;* mais Fontaine la trouva de son côté et étendit la question à une fonction de plus de deux variables. Clairaut, au reste, pourrait aussi bien réclamer contre Fontaine, si la question de priorité n'était pas résolue en faveur de J. Bernoulli.

La question particulière dans laquelle Fontaine a obtenu le plus de succès est celle des *tautochrones*, qui avait déjà été résolue par Huyghens, dans le cas du vide; par Newton, dans le cas d'une résistance proportionnelle à la vitesse; par Euler et J. Bernoulli, dans celui d'une résistance proportionnelle au carré de la vitesse. Fontaine considéra le cas où la résistance serait représentée par un trinôme du second degré en fonction de la vitesse,

et y appliqua une analyse nouvelle et plus générale que celles de ses devanciers.

Ses *Mémoires*, insérés dans le *Recueil de l'Académie des Sciences*, ont été publiés à part sous le titre de : *Mémoires de Mathématiques* (Paris, 1764, in-4°).



DOLLOND (JOHN)

(Né à Spitalfields en 1706, mort en 1761.)

Son père, ouvrier en soie établi en Normandie, s'était réfugié en Angleterre lors de la révocation de l'édit de Nantes.

Son enfance se passa devant un métier à tisser. Dans ses heures de loisir, il dévorait les livres qui lui tombaient sous la main. Il apprit ainsi non seulement la Physique, la Géométrie et l'Algèbre, mais même le latin et le grec. Il se maria de bonne heure, et, chose assez rare, ce furent les dispositions qu'il remarqua dans son fils aîné qui lui révélèrent sa propre vocation. Ce jeune homme paraissant devoir réussir dans les travaux de précision, Dollond lui créa un petit atelier d'opticien dont il s'occupa lui-même peu à peu davantage, jusqu'à finir par en prendre tout à fait la direction. Il avait alors quarante-six ans.

Son premier mémoire est de 1753. Il y développait la théorie de l'oculaire à quatre verres plans convexes qui porte son nom, et que l'on emploie dans la construction des lunettes terrestres pour obtenir des images droites. Ce mémoire se trouve dans le quarante-huitième volume des *Transactions philosophiques*.

Il proposa peu de temps après de substituer, dans la construction de l'héliomètre de Bouguer ou de Savary, les deux moitiés

d'un même objectif aux deux objectifs qu'on y employait jusqu'alors.

La grande découverte qui immortalisa son nom est celle du principe à l'aide duquel on obtient l'achromatisme des images. L'expérience et la théorie semblaient s'accorder pour enlever tout espoir d'obtenir cet achromatisme, parce qu'il n'est pas possible, en effet, au moyen d'une seule lentille, d'amener à converger au même point les rayons extrêmes, rouge et violet, d'un même faisceau, puisque leurs réfrangibilités sont différentes. Mais si, au lieu d'une seule lentille, on en emploie deux, l'une convergente, l'autre divergente, et formées de verres différents, l'impossibilité s'évanouit ; on peut même, au moyen de trois verres, obliger à se réunir au même point les rayons extrêmes, rouge et violet, et le rayon moyen, c'est-à-dire jaune, et alors l'achromatisme est presque absolu.

Dollond est arrivé, en 1758, à obtenir le résultat tant cherché, en composant ses verres de deux lentilles accolées, l'une biconvexe, de verre vert nommé *crown-glass*, l'autre biconcave, de verre blanc ou *flint-glass*.

L'importante découverte de Dollond a permis de construire des lunettes beaucoup plus puissantes que celles dont on se servait auparavant, tout en réduisant considérablement leurs dimensions et sans rien perdre du côté de la netteté des images. Ainsi la lunette d'Auzout, qui ne donnait qu'un grossissement de 600, avait 98 mètres de longueur; l'objectif en était installé au haut d'une tour, tandis que l'observateur tenait l'oculaire à la main. Depuis Dollond, on a pu porter le grossissement à 3,000, tout en conservant aux lunettes des dimensions qui permissent de les manœuvrer facilement.

La communication de sa belle découverte à la Société royale de Londres, valut à Dollond la médaille de Copley et le titre de membre de la Société.



FRANKLIN (BENJAMIN).

(Né à Boston en 1706, mort à Philadelphie en 1790.)

Son père était fabricant de chandelles, mais très peu riche et chargé de famille. Benjamin apprit à peu près seul à lire, puis fréquenta pendant une année seulement, de neuf à dix ans, une école primaire, où on lui enseigna à établir passablement une facture commerciale.

Son éducation se trouvant ainsi terminée, il fut placé comme apprenti, d'abord chez un coutelier, puis, peu de temps après, chez son frère aîné, James, qui venait de fonder une petite imprimerie.

Mais Benjamin, trouvant sans doute que son éducation avait été un peu négligée, la refit en silence en méditant les meilleurs ouvrages anciens et modernes qu'il parvenait à se procurer : les *Vies des grands hommes*, de Plutarque, l'*Essai sur les projets,* de de Foë, le *Spectateur,* d'Addison, l'*Essai sur l'entendement humain*, de Locke, l'*Art de penser*, de Port-Royal, les *Œuvres de Platon*, etc.

Il avait à peine seize ans, lorsque son frère ayant fondé un journal, Benjamin y inséra des articles qui furent aussitôt remarqués, mais qui eurent le malheur de déplaire à l'autorité métropolitaine. Franklin, qui n'avait alors que dix-sept ans, dut quitter

sa ville natale; il se rendit à Philadelphie où, heureusement, il trouva à se placer dans une imprimerie.

Le gouverneur de Pensylvanie, voulant établir une nouvelle imprimerie à Philadelphie, chargea Franklin d'aller à Londres faire l'acquisition du matériel nécessaire. Franklin fit le voyage, mais sa mission n'eut pas de suites; notre héros en fut réduit à entrer, comme ouvrier, dans une imprimerie de Londres, qu'il dut quitter bientôt après, pour avoir publié un écrit intitulé : *De la liberté et de la nécessité du plaisir et de la peine.*

On lui fit alors, de divers côtés, des offres avantageuses, mais il les refusa, désirant retourner en Amérique pour épouser une jeune fille, miss Read, à qui il s'était fiancé avant son départ. Mais miss Read n'avait pas cru devoir attendre son retour, et Franklin, désespéré, reprit son métier d'ouvrier imprimeur. Toutefois, ayant peu après trouvé le moyen de s'établir imprimeur à son compte, et miss Read ayant, de son côté, retrouvé sa liberté par la mort de son mari, un assez pauvre garçon, ils se marièrent en 1730.

Franklin fonda vers cette époque un journal d'opposition à la métropole, un cabinet de lecture qui devint bientôt un lieu de réunion pour les opposants, enfin l'*Almanach du bonhomme Richard*, où les revendications les plus fermes contre la mère patrie se faisaient jour au milieu des préceptes d'une philosophie pratique à l'usage des pauvres gens, et, par suite, un peu désenchantée. Franklin y disait, par exemple :

« Ne gaspillez pas le temps, car c'est l'étoffe dont la vie est faite. »

« Le carême est bien court pour ceux qui doivent payer à Pasques. »

« C'est une folie d'employer son argent à acheter un repentir. »

« Un laboureur sur ses jambes est plus haut qu'un gentilhomme à genoux. »

Franklin fut nommé, en 1736, membre de l'Assemblée générale de Pensylvanie; et, l'année suivante, directeur des postes de cette province. Il établit alors à Philadelphie une Compagnie de pompiers et une Société d'assurances contre l'incendie. C'est aussi à cette époque que ses recherches sur la foudre l'amenèrent à la conception du paratonnerre comme préservatif; enfin il fonda l'établissement d'instruction qui est devenu le Collège de Philadelphie, un hôpital pour les malades et un hospice pour les pauvres.

Il fut nommé, en 1753, directeur général des postes, pour toute la colonie anglaise.

Il proposa, vers la même époque, pour les colonies anglaises d'Amérique, un projet de constitution, d'après lequel le pouvoir exécutif appartiendrait à un Président nommé par le roi d'Angleterre, mais soumis au contrôle d'une Assemblée formée des représentants de toutes les provinces de la colonie. Ce plan, adopté par les colons, fut rejeté par le ministère anglais.

Les invasions des Indiens sur les territoires de la colonie étant devenues dangereuses, Franklin fut chargé d'aller appuyer à Londres un projet destiné à fournir à la colonie des ressources pour se défendre. La Société royale se l'adjoignit durant ce voyage, et l'Université écossaise de Saint-André lui conféra le doctorat.

A son retour en Amérique, en 1762, Franklin fut élu membre de l'Assemblée de Pensylvanie.

Le Canada venait d'être enlevé à la France par les Anglais, et

l'Angleterre voulait faire supporter les frais de la guerre à sa colonie. Franklin fut de nouveau envoyé à Londres pour y porter les réclamations de ses concitoyens. Il fut interrogé publiquement, le 3 février 1766, dans la Chambre des communes, sur l'ensemble des difficultés américaines; mais la question ne fit que s'envenimer, et la guerre éclata lorsque Franklin était encore en Angleterre. Il repartit pour l'Amérique au moment où il allait être arrêté comme auteur de la révolte des colonies. Dès son arrivée, il fut élu député au Congrès et se dévoua tout entier à la cause de l'indépendance de son pays. Comme il se manifestait quelque hésitation au moment de signer l'acte d'indépendance, il dit : « Il faut qu'ici nous soyons tous accrochés ensemble, ou, assurément, nous serons tous ensuite accrochés séparément. » Le ministère anglais, effrayé, fit offrir leur pardon et des honneurs aux chefs du mouvement; mais ces offres furent rejetées, et Franklin proclama la déclaration d'indépendance, le 4 juillet 1776. Il vint alors à Versailles pour solliciter l'appui de la France. L'enthousiasme avec lequel il fut reçu à Paris assura son succès près du Gouvernement. Franklin séjourna en France pendant toute la durée de la guerre; il y remplissait, pour ainsi dire, les fonctions d'ambassadeur des États près la nation française. Il retourna en Amérique aussitôt après la conclusion de la paix. Il s'éteignit doucement, le 17 avril 1790, après avoir rempli pendant trois ans les fonctions de président de l'État de Pensylvanie, et avoir concouru, dans le Congrès, à la rédaction de la Constitution des États-Unis.

Le 12 juin 1790, Mirabeau annonça en ces termes, à l'Assemblée nationale, la mort du grand patriote américain :

« Franklin est mort... Il est retourné au sein de la Divinité,

le génie qui affranchit l'Amérique et versa sur l'Europe des torrents de lumière.

« L'homme que deux mondes réclament, le sage que l'histoire des Sciences et celle des empires se disputent, cet homme qui tenait un rang si distingué dans la politique et dans l'espèce humaine... il est mort!

« Assez longtemps les cabinets politiques ont notifié la mort de ceux qui ne furent grands que dans leurs oraisons funèbres. Assez longtemps l'étiquette des Cours a proclamé des deuils hypocrites. Les nations ne doivent porter le deuil que de leurs bienfaiteurs.

« Le Congrès a ordonné, dans l'étendue des quatorze cantons confédérés, deux mois de deuil, et l'Amérique acquitte en ce moment le tribut de vénération et de reconnaissance pour l'un des pères de sa Constitution.

« Ne serait-il pas digne de vous, Messieurs, de vous unir à cet acte religieux, de participer en quelque sorte à cet hommage rendu, à la face de l'Univers, à l'homme qui a le plus contribué à assurer les droits des hommes?

« Je demande qu'il soit décrété que l'Assemblée nationale portera pendant trois jours le deuil de Franklin. »

Cette motion fut adoptée par acclamation.

« Franklin, dit M. Mignet, eut tout à la fois le génie et la vertu, le bonheur et la gloire. Sa vie, constamment heureuse, est la plus belle justification des lois de la Providence. Il ne fut pas seulement grand, il fut bon; il ne fut pas seulement juste, il fut aimable. Sans cesse utile aux autres, d'une sérénité inaltérable, enjoué, gracieux, il attirait par les charmes de son caractère, et captivait par les agréments de son esprit. Personne ne contait

mieux que lui. Quoique parfaitement naturel, il donnait toujours à sa pensée une forme ingénieuse et à sa phrase un tour saisissant. Il parlait comme la sagesse antique, à laquelle s'ajoutait la délicatesse moderne. Jamais morose, ni impatient, ni emporté, il appelait la mauvaise humeur la *malpropreté de l'âme*. Son adage favori était que la noblesse est dans la vertu. Il s'enrichit avec honnêteté; il se servit de sa richesse avec bienfaisance, il négocia avec droiture, il travailla avec dévouement à la liberté de son pays et aux progrès du genre humain. »



ROBINS (BENJAMIN).

(Né à Bath en 1707, mort à Madras en 1751.)

Il fut nommé membre de la Société royale en 1727, et envoyé à Madras, en 1750, comme ingénieur en chef de la Compagnie des Indes.

Il entreprit, vers 1740, une série d'expériences pour déterminer la vitesse des projectiles et la résistance de l'air. C'est lui qui se servit le premier du pendule balistique. Il trouvait la résistance de l'air au moins triple de celle que donnait la formule de Newton.

Il s'est occupé aussi du desséchement des marais, de la construction des ponts, de la fortification des places, de la navigation, etc.

Le principal ouvrage de Robins est intitulé : *Traité de Mathématiques, contenant les nouveaux principes de l'artillerie*, il a été traduit en français par Dupuis, à Grenoble, en 1771, mais il

avait obtenu auparavant (1744) les honneurs d'un commentaire entrepris par Euler à la demande du roi de Prusse.

Euler avait rectifié sous plusieurs rapports les théories de Robins et son commentaire fut traduit dans plusieurs langues, notamment en français, par les ordres de Turgot, ce qui ne contribua pas peu à donner un certain éclat à l'ouvrage original.

Toutefois Euler contribua en partie à ruiner l'espoir du plus beau fruit que Robins dut se promettre de son travail.

Celui-ci avait eu de la façon la plus nette la vision extraordinaire de la puissance des armes rayées. Euler s'éleva contre les idées de Robins à ce sujet et son avis détourna les gouvernements de l'idée de songer à réaliser un si grand progrès.

Voici ce qu'on lit dans l'ouvrage de Robins.

« La nation chez qui l'on parviendra à bien comprendre la nature et l'avantage des canons rayés, où l'on aura la facilité de les construire, où les armées en feront usage et sauront les manier avec habileté, cette nation acquerra sur les autres une supériorité, quant à l'artillerie, égale à celle que pourraient lui donner toutes les inventions qu'on a faites jusqu'à présent pour perfectionner les armes quelconques. J'ose même dire que ses troupes auront par là autant d'avantages sur les autres, qu'en avaient de leur temps les premiers inventeurs des armes à feu, suivant ce que nous rapporte l'histoire. »

L'idée de Robins, pour devenir pratique, exigeait deux autres inventions : le chargement par la culasse et l'emploi de projectiles cylindro-coniques; mais c'était l'idée première elle-même qu'Euler condamnait. On avait au reste déjà employé des armes rayées avant la recommandation de Robins, mais on n'y avait trouvé que peu d'avantages, à cause précisément des difficultés

que présentait le chargement par la bouche et des déformations que subissait le projectile, alors sphérique, dans l'opération de l'enfoncement à coups de maillet.



LINNÉ (CHARLES).

[Né en 1707 à Rashult (Suède), mort à Upsal en 1778.]

Son père, qui exerçait les fonctions de ministre évangélique dans le village de Stenbrohult, près de Rashult, l'avait mis en pension à Vexiœ; mais l'enfant faisait souvent l'école buissonnière, et, bien que ses escapades fussent occasionnées par un amour immodéré pour les fleurs, et qu'elles dussent, en somme, profiter à la Botanique, on n'en mit pas moins l'écolier indiscipliné en apprentissage chez un cordonnier, en 1724. Un médecin, nommé Rothman, lui reconnaissant d'heureuses dispositions s'attacha à lui, lui prêta des livres, entre autres les ouvrages de Tournefort, et enfin le plaça chez Stobœus, professeur d'Histoire naturelle à Lund. Peu de temps après, Linné alla étudier à Upsal, où, après avoir subi de dures privations, il eut le bonheur d'être pris en affection par Olaüs Celsius, professeur de Théologie et naturaliste habile, qui l'employa pour la composition de son *Hiero botanicon*, et devint non seulement son protecteur, mais encore son ami. En 1731, Linné avait à peine vingt-quatre ans, Olaüs Radbeck, professeur de Botanique à l'Université d'Upsal, lui confia la direction du jardin botanique et l'appela à le remplacer dans sa chaire. Un si rapide avancement excita l'envie : Linné dut quitter Upsal; mais, pour le dédommager, l'Académie

des Sciences de Stockholm lui confia, en 1752, la mission de parcourir la Laponie et la Dalécarlie pour en recueillir les plantes. De retour à Upsal, il se trouva dans une position très précaire. Ses travaux, fort mal rétribués, lui fournissaient à peine de quoi vivre.

Contraint de s'expatrier pour échapper à la gêne, il se rendit successivement en Danemark, à Hambourg, puis en Hollande, où Boerhaave le mit en relation avec un riche propriétaire du nom de Clifford, qui le reçut chez lui et mit son jardin à sa disposition. Linné passa trois années chez cet ami, où il put librement se livrer à l'étude approfondie de la Science à laquelle il s'était voué. C'est là qu'il publia ses premiers ouvrages : *Systema naturæ* (Leyde, 1735), *Fundamenta botanica* (Amsterdam, 1736), *Bibliotheca botanica* (Amsterdam, 1736), *Classes plantarum* (Leyde, 1738), *Critica botanica* (Leyde, 1737), qui eurent aussitôt un immense retentissement en Europe. En 1738, il visita l'Angleterre et la France, où il se lia avec Dillon et Bernard de Jussieu. Revenu en Suède, il fut nommé successivement, par la protection du comte de Tessin, médecin de la flotte et professeur de Botanique à Stockholm en 1738, médecin du roi et président de l'Académie des Sciences en 1739, enfin professeur de Botanique à Upsal, en 1741. Il occupa cette chaire avec le succès le plus éclatant pendant trente-sept années.

La Botanique s'était enrichie d'une masse énorme de documents ; mais la Science proprement dite n'avait pas encore pris naissance : les caractères connus des diverses plantes n'ayant pas encore été systématiquement comparés, de manière à pouvoir fournir les éléments d'une classification naturelle. Tournefort, qui avait le premier tenté cette classification, était venu à une

époque où ce travail n'était pas encore possible; de nouvelles observations devaient, au contraire, y conduire nécessairement à l'heure où Linné débutait dans la carrière. Il n'est aucunement prouvé qu'il ait eu en mains la lettre *De charactere plantarum naturali,* du célèbre botaniste et antiquaire allemand Burckhardt à Leibniz; il n'avait certainement eu aucune connaissance des idées de Levaillant, à qui Bernard de Jussieu avait succédé comme démonstrateur au Jardin du Roi, à Paris; mais on peut admettre, sans que la gloire du grand naturaliste soit amoindrie par notre hypothèse, que Linné avait entendu plus ou moins vaguement parler de la découverte des organes sexuels des plantes par Burckhardt, des études de Levaillant sur leurs pistils et leurs étamines. La véritable mission des grands hommes, à leurs débuts, consiste peut-être à choisir dans les idées en germe celles qui ont une valeur réelle pour s'en emparer, les développer et en tirer pour la Science de nouvelles applications. C'est ce que fit Linné à l'égard des idées déjà préconçues de son temps sur la génération des plantes; il vérifia les faits connus, en élargit le cercle, les enferma dans une seule loi et fit de cette loi la base de sa classification. Voici, en peu de mots, le système de Linné sur la génération des plantes.

La fécondation s'opère lorsque les poussières des étamines s'arrêtent sur le stigmate des pistils, qui, à l'époque fixée, se trouve garni d'un velouté ou humecté d'une liqueur gluante capable de les retenir. Le nombre des étamines, parties mâles des plantes, celui des pistils, parties femelles, les positions qu'elles occupent dans la fleur, lorsqu'elles y coexistent, varient avec les espèces. Dans les plus communes, les deux sexes sont réunis sur une même fleur, qui prend le nom d'hermaphrodite; dans

d'autres espèces, ils se trouvent sur la même plante, mais sur des fleurs séparées; enfin, dans quelques-unes, les fleurs mâles et les fleurs femelles appartiennent à des individus différents.

Voici quelques particularités remarquables qu'avait observées Linné. Quelquefois un même individu porte à la fois des fleurs hermaphrodites et des fleurs exclusivement mâles ou femelles; il arrive souvent alors que tantôt les fleurs hermaphrodites, tantôt les fleurs unisexuelles s'étiolent. Lorsque les parties mâles et femelles se trouvent sur une même fleur, on y rencontre souvent des dispositions relatives qui sembleraient devoir s'opposer à la reproduction : ainsi, le pistil peut se trouver plus élevé que le sommet des étamines; mais alors l'anthère des étamines lance avec force la poussière fécondante, qui s'élève jusqu'au pistil, ou bien les pistils se courbent pour se rapprocher des anthères. Lorsque les fleurs sont disposées en grappes ou en épis, outre que les fleurs inférieures peuvent être fécondées par celles qui les dominent, les fleurs penchées vers la terre se relèvent, à l'époque de la fécondation, de manière à se présenter dans une disposition convenable. Dans les espèces où les parties mâles et femelles sont placées sur des fleurs différentes ou sur des individus plus ou moins éloignés les uns des autres, c'est le vent qui, en transportant les poussières abandonnées par les étamines, devient l'agent de la reproduction; c'est quelquefois aussi à l'intervention d'insectes, butinant alternativement sur les fleurs des deux sexes, que se trouve dû l'accomplissement du vœu de la nature.

Linné établit les grandes divisions du règne végétal sur les caractères différents présentés par les étamines; les pistils lui servirent à former les divisions secondaires; le nombre et la forme

des semences, la nature de leurs enveloppes, le nombre des pétales, la forme des fleurs, la structure du calice lui donnèrent les genres; enfin, il fonda la distinction en espèces sur la manière dont les fleurs sont disposées sur la plante et naissent de ses branches, sur la structure des boutons destinés à former de nouvelles branches, etc. « Ce système, dit Condorcet, fit une révolution dans la Botanique; la plupart des écoles de l'Europe s'empressèrent de le suivre et de publier les catalogues de leurs plantes rangées d'après la méthode de Linné. Les merveilleuses découvertes botaniques du Suédois avaient excité un enthousiasme universel. Une foule de jeunes savants accoururent chercher des instructions près de lui et entreprirent de longs voyages pour grossir ses collections de nouvelles richesses recueillies dans toutes les parties du monde. »

Ce système n'a pas duré longtemps sans subir d'importantes modifications, et la classification de Linné n'a laissé que bien peu de traces dans la Science moderne; mais son auteur les corrigeait lui-même de son vivant, et cette gloire lui restera toujours, incontestable et incontestée, d'avoir indiqué la vraie méthode en Histoire naturelle.

Linné avait observé dans les plantes des indices d'analogies avec les animaux : elles veillent et dorment comme eux; leurs feuilles, mais surtout les anthères des étamines, donnent des signes d'irritabilité; les œufs des animaux et les semences des plantes présentent des rapports encore plus frappants; enfin, la composition des tissus est, sous bien des rapports, presque identique dans les deux règnes. Ces analogies engagèrent Linné à tenter une excursion dans le domaine de la Zoologie. Il choisit, pour établir les divisions du règne animal, les caractères distinc-

tifs des parties de l'organisme destinées aux fonctions les plus importantes de la vie : le cerveau, le cœur, les poumons ou branchies, les mamelles, les organes de la nutrition et de la locomotion. Ses travaux zoologiques n'ont pas sans doute obtenu un retentissement aussi grand que ses découvertes en Botanique; il n'en a pas moins donné, dans cette curieuse assimilation, une nouvelle et éclatante preuve de l'étendue de son génie.

Sa classification des minéraux n'a eu qu'une existence éphémère; mais il convient de remarquer que l'analyse chimique des substances minérales, base essentielle de leur étude, était encore peu avancée de son temps.

Son *Systema naturæ*, qui embrassait les trois règnes, a eu douze éditions en moins de trente ans. Linné étudiait, développait et corrigeait son œuvre à chaque édition : la première, de 1735, se composait seulement de trois feuilles, présentant chacune le tableau synoptique de l'un des règnes; la seconde, donnée en 1740, avait 80 pages; la sixième, qui parut en 1748, en avait 283; la dixième, qu'il publia en 1754, comprenait trois volumes; enfin la douzième, qui est de 1766, en avait quatre.

Le suffrage de toutes les compagnies savantes de l'Europe et l'adoption presque universelle de son système de botanique désignaient suffisamment Linné à l'admiration de ses concitoyens et à la considération de son gouvernement. Le roi de Suède lui conféra l'ordre de l'Étoile polaire, dont aucun homme de lettres n'avait été revêtu avant lui. Quelques années après, il fut créé chevalier. La reine de Suède, sœur du roi de Prusse, lui prodiguait les marques d'estime et de distinction les plus flatteuses, et la plupart des souverains d'Europe lui faisaient envoyer, pour le Muséum d'Upsal, les graines rares recueillies dans leurs jardins.

« Il passait, dit Condorcet, des jours tranquilles, glorieux, occupés, au milieu de ses disciples, qui étaient ses amis, jouissant de sa gloire, de la reconnaissance de son pays et de la considération publique, lorsque, au mois d'août 1776, une attaque d'apoplexie, qui devait bientôt le conduire au tombeau, vint subitement détruire ses forces et le priver de ses belles facultés. » Le roi de Suède lui fit élever un monument à côté de celui de Descartes ; un de ses disciples lui en a consacré un autre dans l'église d'Edimbourg.

Mirbel a caractérisé l'œuvre de Linné dans la page suivante :

« Linné créa la langue de la Science, il la rendit aussi rigoureuse qu'elle pouvait l'être. Chaque organe fut défini avec précision et reçut un nom propre, chaque modification importante fut désignée par une épithète particulière. Dès lors les comparaisons devinrent faciles et l'on put rechercher les moindres détails sans courir le risque de s'égarer et de tout confondre. Avec cet instrument, Linné entreprit de reconstruire la Science entière. Il put rendre, dans son langage énergique et pittoresque, les caractères génériques que Tournefort n'avait exprimés que par ses dessins. Ces caractères furent exposés dans un nouvel ordre et sous un nouveau jour. Chaque espèce prit, outre le nom du genre auquel elle appartenait, un nom spécifique simple et significatif, rappelant, pour l'ordinaire, quelques particularités distinctives de cette espèce. Les phrases qui avaient servi jusqu'alors de noms spécifiques changèrent de forme et de destination. Elles offrirent sous un seul point de vue les caractères les plus saillants de chaque espèce et servirent de moyens de comparaison entre les diverses espèces d'un même genre. Les descriptions reçurent aussi des améliorations sensibles ; elles furent rédigées dans un seul et même

esprit, et présentèrent une suite de portraits d'autant plus reconnaissables qu'il fut plus aisé d'en faire contraster les parties correspondantes. Linné réunit dans un livre excellent les principes fondamentaux de sa doctrine qui devint en peu d'années celle de tous les botanistes.

« Mais ce qui multiplia prodigieusement le nombre de ses sectateurs fut la méthode artificielle suivant laquelle il distribua les genres, et qu'il désigna sous le nom de système sexuel. Personne n'avait encore fondé de méthode sur les organes de génération. Camerarius et Burckhardt, il est vrai, en avaient eu l'idée; mais cela ne détruit pas la gloire de Linné qui sut développer et généraliser en homme supérieur des idées trop incomplètes ou trop vagues pour qu'on en eût conservé le souvenir.

« D'ailleurs il se rencontre dans sa méthode plusieurs choses qui lui appartiennent en propre. Il remarqua le premier les différentes insertions des étamines, et fit un bel usage de ces caractères pour diviser en deux classes les plantes hermaphrodites dont les étamines libres passent le nombre douze. L'union des étamines par les filets avait déjà été observée, mais l'emploi qu'en fit Linné est neuf et original. Enfin, ce qui établit incontestablement ses droits comme inventeur, c'est l'art admirable avec lequel il a combiné les diverses parties de sa méthode, et l'application immédiate qu'il en a faite à tous les végétaux connus. »

Voici d'ailleurs comment Linné explique la méthode qu'il a suivie :

« Pour pouvoir communiquer les idées, nous devons les exprimer par des noms propres, car si les mots ne sont pas définis et arrêtés, les choses sont bientôt oubliées et perdues. Les caractères distinctifs exprimés en termes convenables deviennent

comme des lettres avec lesquelles nous pouvons évidemment faire connaître toutes les productions naturelles. Si nous ignorons ces principes, si nous ne savons pas isoler des genres, nous ne pouvons faire aucune description vraiment naturelle.

« La méthode, qui est l'âme de la Science, indique d'un coup d'œil les caractères distinctifs de chaque substance créée, ces caractères entraînent le nom, qui fait bientôt connaître tout ce que l'on sait du sujet à déterminer. Par la méthode, l'ordre naît dans le plan de la nature; sans elle, tout paraît confus, vu la faiblesse de l'esprit humain.

« Tout système, toute méthode peut se réduire à cinq termes : la classe, l'ordre, le genre, l'espèce, la variété. La classe répond au genre suprême, l'ordre au genre intermédiaire, le genre au genre prochain, l'espèce à l'espèce, la variété à l'individu.

« Les noms doivent répondre à la méthode systématique, on doit donc avoir des noms pour la classe, l'ordre, le genre, l'espèce et la variété.

« Les caractères se déduiront de la classe, de l'ordre, du genre, de l'espèce et de la variété.

« Les caractères doivent porter sur des attributs distinctifs, car ils constituent seuls la vraie Science.

« La vraie Science en Histoire naturelle est basée sur l'ordre méthodique et sur la nomenclature systématique. »

On voit par cet extrait que l'ambition de Linné se bornait à la création d'une nomenclature. Il ne faut pas s'en étonner, mais il convient de le remarquer; il est même utile d'ajouter que le nom de SCIENCE donné à un ensemble d'observations nécessairement très superficielles, ne constituera encore pendant longtemps qu'un pur euphémisme. Une doctrine ne commence à

mériter le nom de Science que lorsqu'elle est assez avancée pour permettre l'*action* raisonnée, en vue d'une modification utile des faits; la manière d'agir ne peut être déterminée qu'à la suite de longues *expériences;* les nomenclatures, fondées sur l'*observation*, ne tendent encore qu'à définir l'ensemble des objets à étudier, elles ne constituent encore que les premiers éléments de la partie descriptive des diverses Sciences.

La Physique et la Chimie méritent aujourd'hui le nom de Sciences parce qu'elles nous fournissent des moyens d'action, même de création. L'ensemble des connaissances zoologiques touche à cette dignité par la thérapeutique; quant à la Botanique elle en est encore bien éloignée : elle y confinera lorsqu'elle pourra rendre compte des procédés de culture et les éclairer.

Quoi qu'il en soit, voici la classification de Linné et la nomenclature correspondante :

Le règne végétal est divisé en vingt-quatre classes dont les vingt-trois premières comprennent les plantes phanérogames, c'est-à-dire dont les organes sexuels sont apparents, et la vingt-quatrième les cryptogames, dont les organes sexuels sont cachés.

Les dix-neuf premières classes comprennent les plantes hermaphrodites, c'est-à-dire dont les fleurs ont les deux sexes, les quatre suivantes, celles dont les fleurs sont unisexuées ou mêlées.

Les onze premières comprennent les plantes dont la fleur présente de une à douze étamines libres, dégagées du pistil et n'ayant entre elles aucune proportion déterminée. Ces plantes sont donc phanérogames, hermaphrodites et de mono à dodeca andriques.

Dans la douzième et la treizième classes sont rangées les plantes dont la fleur a vingt étamines au moins et ces deux classes se distinguent l'une de l'autre par la place occupée par ces étamines,

qui dans la première sont attachées à la paroi interne du calice, et dans la deuxième au fond, sous le pistil.

La douzième classe est dite icosandrique et la treizième polyandrique.

La quatorzième et la quinzième classes comprennent les plantes dont la fleur contient des étamines inégales : quatre étamines dont deux plus longues, ou six étamines dont quatre plus longues; les plantes de ces deux classes sont dites didynamiques et tétradynamiques.

Dans les quatre classes suivantes, les étamines sont réunies soit par leurs filets, pour les trois premières, soit par leurs anthères pour la dernière; elles forment un seul corps dans la seizième classe, deux corps dans la dix-septième, plus de deux dans la dix-huitième. Les plantes de ces quatre classes, d'après ces caractères sont dites monadelphiques, diadelphiques, polyadelphiques ou syngénésiques.

Les vingtième, vingt et unième, vingt-deuxième et vingt-troisième classes comprennent, comme nous l'avons déjà dit, les plantes phanérogames à fleurs unisexuées; elles se distinguent par les caractères suivants : dans la première les étamines et le pistil sont réunis, les plantes sont dites gynandriques; dans la seconde, le même individu porte des fleurs les unes mâles et les autres femelles, les plantes sont dites monociques; dans la troisième chaque individu porte des fleurs exclusivement mâles ou exclusivement femelles, les plantes sont diociques; enfin dans la quatrième classe les fleurs sont les unes hermaphrodites et les autres mâles ou femelles, les plantes sont polygamiques.

Linné avait imaginé aussi une classification zoologique dont nous ne parlons pas.

DOUZIÈME PÉRIODE.

D'EULER, né en 1707,

à LAGRANGE, né en 1736.

Noms des savants de cette Période.

	Né en	Mort en
EULER	1707	1783
GRAND-JEAN DE FOUCHY	1707	1788
BUFFON	1707	1788
LYONNET	1707	1789
CASTILLON	1708	1791
PERRONNET	1708	1794
MARGGRAFF	1709	1782
ZANOTTI	1709	1782
VAUCANSON	1709	1782
MARALDI	1709	1788
LEPAUTE	1709	1789
SIMPSON	1710	1761
BERNOULLI (JEAN II, FRÈRE DE DANIEL I)	1710	1790
BOSCOWICH	1711	1787
JACQUIER	1711	1788
PINGRÉ	1711	1796
KŒNIG	1712	1757
JALLABERT	1712	1768
DE GUA DE MALVES	1712	1785
LACAILLE	1713	1762
CLAIRAUT	1713	1765
DE ROMAS	1713	1776
DELLA TORRE	1713	1782
BRANDER	1713	1783
DE CHAULNES	1714	1769
DE MONTIGNY	1714	1782
CASSINI (CÉSAR)	1714	1784
LEMONNIER	1715	1799
LORIOT	1716	1782
XIMÉNÈS	1716	1786
DAUBENTON	1716	1799

	Né en	Mort en
D'Alembert	1717	1783
Wargentin	1717	1783
Leroy (Pierre)	1717	1785
Stewart (Mathieu)	1717	1785
Canton	1718	1772
Rouelle le Cadet	1718	1779
Macquer	1718	1784
Landen	1719	1790
Hell	1720	1790
Bonnet	1720	1793
Dambourney	1722	1795
Mayer (Tobie)	1723	1762
Leroy (Georges)	1723	1789
Æpinus	1724	1802
Lesage	1724	1803
Jeaurat	1724	1803
Tenon	1724	1816
Legentil de la Galaisière	1725	1792
Montucla	1725	1799
Darcet	1725	1801
Bosc d'Antic	1726	1784
Adanson	1727	1806
Deluc	1727	1817
Lambert	1728	1777
Black	1728	1799
Baumé	1728	1804
Chrysologue	1728	1808
Bezout	1730	1783
Wedgwood	1730	1795
Ingenhousz	1730	1799
Fontana	1730	1805
Camerer	1730	
Bossut	1730	1814
Guillot Duhamel	1730	1816
Messier	1730	1817
Cavendish	1731	1810
Wollaston	1731	1815
Wilcke	1732	1796
Lefrançais de la Lande	1732	1807
Maskelyne	1732	1811
Mason	1732	1787
Du Buat	1732	1809
Trudaine de Montigny	1733	1777
Borda	1733	1799

	Né en	Mort en
PRIESTLEY	1733	1804
DIONIS DU SÉJOUR	1734	1794
BERGMANN	1735	1784
VANDERMONDE	1735	1796
RAMSDEN	1735	1800
BAILLY	1736	1793
WARING	1736	1798
COULOMB	1736	1806



DOUZIÈME PÉRIODE.

C'est une période de classement, d'aménagement et de régularisation. Après Copernic, Galilée, Képler, Descartes, Huyghens, Newton, Leibniz et les Bernouilli, la Science rassemble ses nouvelles richesses, elle les énumère, les arrange, les débarrasse des non valeurs et remplit les petits vides que la précipitation avait laissés ouverts.

Euler s'attache à cette utile besogne à laquelle il est supérieur et s'en acquitte admirablement, non sans génie, souvent.

Il ne se produit dans cette période rien de comparable à ce qu'avaient vu naître les deux précédentes; toutefois, la Mécanique générale et la Mécanique céleste font des progrès que nous aurons à signaler, et, d'un autre côté, Euler découvre la possibilité d'identifier les fonctions circulaires directes et inverses aux fonctions exponentielles et logarithmiques, tandis que d'Alembert entrevoit les raisons des règles du calcul des quantités négatives et des quantités imaginaires.

Classification des fonctions.

La découverte d'Euler soulève des questions importantes : l'Algèbre employait depuis longtemps des fonctions, dites simples,

où une seule opération est indiquée,

$$x \pm a, \quad ax, \quad \frac{x}{a}, \quad x^m, \quad \sqrt[m]{x}$$

et des fonctions composées de celles-là; une question spéciale de Géométrie avait introduit les fonctions circulaires; le besoin d'abréger les calculs numériques avait donné naissance aux fonctions logarithmiques et exponentielles; toutes ces inventions s'étaient superposées les unes aux autres sans méthode, à mesure des besoins. N'y avait-il pas quelque ordre à introduire dans ce bagage analytique? Les fonctions usitées avaient les uns une origine analytique et les autres une origine concrète; devait-on les admettre sur le même pied en analyse? Il y a des fonctions appelées simples et d'autres qualifiées de composées, mais qu'est-ce qu'une fonction simple? dans quel ordre ont-elles été introduites? cet ordre est-il le plus convenable? à quels moments se sont introduites les diverses fonctions regardées comme simples? à quels besoins leur introduction répondait-elle? Conviendrait-il d'en introduire de nouvelles? à quelles conditions une fonction doit-elle satisfaire pour être admise comme fonction simple? le nombre des fonctions simples s'accroîtra-t-il toujours? etc., etc.

Nous allons tâcher de répondre à ces différentes questions et de dégager les solutions qu'elles comportent.

Le mot fonction s'emploie ordinairement pour désigner une série d'opérations arithmétiques à effectuer sur les mesures de certaines grandeurs, pour en déduire la mesure d'une autre grandeur dépendant des premières. Il convient de donner à ce mot un sens plus étendu.

En effet, d'abord, il n'est jamais nécessaire que les données

d'une question soient fournies en nombres pour qu'on puisse en obtenir la solution : elles peuvent tout aussi bien l'être en nature.

En second lieu, des opérations physiques à effectuer sur certaines grandeurs peuvent être aussi bien définies en elles-mêmes que les opérations arithmétiques qui y correspondraient.

Enfin, on ne saurait maintenant et on ne saura jamais, à quelque degré de perfectionnement que la Science parvienne, remplacer par des opérations arithmétiques bien définies la plupart des opérations physiques qu'on peut concevoir, et en raison desquelles, cependant, la chose produite a une relation parfaitement nette avec celles dont elle est provenue. Il convient donc d'admettre pour les grandeurs ainsi définies physiquement le nom de fonctions concrètes.

Une fonction est implicite quand la définition indirecte qu'on en a ne fournit pas immédiatement l'indication des opérations qu'il faudrait effectuer sur les grandeurs dont elle dépend, pour en trouver la valeur correspondante.

Une fonction explicite contient l'expression nette des opérations qui permettraient de former la grandeur qu'elle représente, au moyen des grandeurs dont elle dépend. Ces opérations pourront souvent être notées à l'aide des signes algébriques; mais, comme le langage ordinaire pourrait toujours suffire, et fournira dans la plupart des cas la seule formule qui puisse être employée, ce ne sera pas la notation algébrique qui fera la fonction.

Lorsque la question comporte des données fixes et des données variables, on ne caractérise ordinairement la fonction que par rapport aux variables dont elle dépend; ainsi, on dira que l'espace

parcouru par un corps tombant dans le vide sous l'influence isolée de la pesanteur est une fonction du temps employé à le parcourir, parce qu'en un même lieu il en dépend, en effet. Mais cela ne signifiera évidemment pas que d'un laps de temps, modifié d'une certaine façon, on puisse faire un espace : si le lieu changeait, la pesanteur serait différente, et, par suite, la fonction qui donne l'espace parcouru par un mobile, sous l'influence de la pesanteur, ne peut pas dépendre du temps seulement; elle contiendra aussi certaines grandeurs fixes propres à caractériser la pesanteur dont il est question.

Fonctions composées.

Dès qu'on a conçu nettement quelques opérations, on peut soumettre le résultat d'une première d'entre elles à une nouvelle, analogue ou différente, puis le nouveau résultat à une troisième, et ainsi de suite. On forme ainsi des fonctions composées.

On conçoit qu'un très petit nombre de fonctions primordiales puisse suffire à en composer des infinités.

Il pourrait donc sembler que quelques fonctions simples pussent suffire à la formulation de toutes les lois imaginables.

Les nouvelles formes simples successivement introduites dans la Science ne l'auraient-elles donc été que pour la commodité et par le caprice des géomètres, nullement par la nécessité ?

Bien au contraire : l'invention de chaque nouvelle fonction simple a été amenée par de nouveaux et impérieux besoins, et a permis de faire faire aux Sciences de nouveaux et immenses progrès. Les lois suivant lesquelles les formes primitives s'enchaînent

et dérivent les unes des autres fournissent l'un des types les plus parfaits d'une bonne classification, en ce que l'ordre des difficultés propres à chaque théorie correspond toujours au rang de la dernière fonction simple employée à caractériser les lois des phénomènes qui dépendent de cette théorie.

Pour rendre claire l'impossibilité d'exprimer toutes les fonctions imaginables au moyen d'un nombre limité de fonctions simples, supposons, par exemple, qu'on voulût exprimer une grandeur dépendant de plusieurs autres, au moyen seulement des opérations d'addition et de soustraction.

La grandeur inconnue ne dépendant que des données, il ne pourra y avoir qu'elles qui entrent dans la fonction cherchée.

Si l'inconnue est plus grande que l'une des données, elle sera bien égale à cette donnée, plus un certain reste; mais ce reste, il faudra l'exprimer au moyen des autres données. S'il se trouve égal à l'une d'elles, l'inconnue alors sera représentée par une somme; dans le cas contraire, il sera, par exemple, égal à cette seconde donnée, moins quelque chose; mais ce nouveau reste, il faudra encore le représenter au moyen des données, et ainsi de suite, car on ne pourra jamais rien introduire, dans la fonction, qui, finalement, ne se ramène aux seules grandeurs données.

Or, quelque judicieusement que l'on se détermine dans chaque choix successif, il pourra arriver que jamais l'opération ne se termine, et dès lors, évidemment, il faudra recourir à de nouvelles formes élémentaires pour représenter la grandeur inconnue.

Il est évident que ce que nous venons de dire pour la somme et la différence pourrait se répéter d'un nombre quelconque de

fonctions choisies comme éléments analytiques et destinées à en former d'autres. Nécessairement, dans le nombre infini de toutes les fonctions possibles, il en restera toujours beaucoup plus de non exprimables qu'il n'y en aura d'exprimables.

Si, dans une opération analogue à celle que nous venons de supposer, on parvenait enfin à représenter la grandeur cherchée, la fonction obtenue, quelles que fussent d'ailleurs les fonctions simples introduites, serait une fonction complexe par rapport aux fonctions simples qui auraient servi à la former. Dans le cas contraire, où la représentation aurait été trouvée impossible, de quelque manière qu'on la tentât, la fonction cherchée serait, par rapport aux fonctions simples essayées, dans un état d'incommensurabilité quant à sa forme.

On voit donc que le nombre des fonctions simples devrait être infini s'il fallait qu'elles dussent suffire à la représentation de toutes les fonctions possibles. Mais il suffira qu'elles puissent servir à représenter les lois de tous les phénomènes accessibles à une étude rigoureuse. Avec ses huit fonctions simples, l'Algèbre, sous ce rapport, satisfait à peu près à tous les besoins actuels.

Fonctions simples.

La première fonction venue, bien définie, pourrait être regardée comme simple; d'autres, complexes par rapport à elle, en dériveraient en nombre infini.

Mais deux ou plusieurs fonctions prises au hasard ne pourraient pas être en même temps regardées comme simples si elles ne satisfaisaient pas à cette condition que chacune d'elles ne pût, d'aucune façon, être exprimée au moyen des autres.

D'ailleurs, bien que l'inconnue d'une question prise au hasard

ne pût être représentée par aucune fonction composée des fonctions jusque-là regardées comme simples, et ne fût capable de l'être que par l'accumulation indéfiniment prolongée de ces fonctions simples les unes sur les autres, chacune gouvernant un résultat non encore exprimé et qui ne pourrait jamais l'être complètement, cette impossibilité ne constituerait pas, pour la nouvelle fonction non encore représentable, une qualité suffisante pour la faire ranger au nombre des fonctions simples.

Chaque nouvelle fonction simple doit dériver immédiatement de la précédente, et de celle-là seulement, c'est-à-dire résumer une série régulière indéfinie et unique d'opérations de l'ordre de cette précédente.

En d'autres termes, toutes les fonctions simples doivent être formées les unes des autres de telle sorte que, chacune résumant la série régulière, indéfinie, la plus simple possible, des opérations de l'ordre de la fonction simple immédiatement précédente, elles ne s'introduisent dans le calcul qu'à mesure que l'usage en devient absolument indispensable.

En effet, il est évident, en premier lieu, qu'on ne devra laisser subsister aucune lacune entre les divers ordres de questions rendues accessibles au calcul algébrique, ce qui arriverait infailliblement si l'on introduisait au hasard de nouvelles fonctions simples, définies seulement par les conditions des questions concrètes dont elles seraient employées à formuler les lois, et qui n'eussent aucune relation connue avec les fonctions simples précédentes. Mais, d'ailleurs, les propriétés analytiques de chaque nouvelle fonction simple ne sauraient découler que de ses relations avec les précédentes, et s'il n'en avait pas été établi entre elles, comment pourraient-elles être mêlées dans un même calcul ?

Avant qu'un nouvel élément analytique soit reçu dans la Science, il faut quelquefois qu'il soit éprouvé pendant longtemps, et l'exemple des fonctions circulaires, qui aujourd'hui pourraient en être rayées, en fournit une preuve assez frappante.

Ces fonctions avaient été imaginées par les Grecs dans le but particulier de relier les angles d'un triangle à ses côtés, et elles servent aujourd'hui généralement à relier les grandeurs linéaires et angulaires d'une même figure. Or, imaginées en dehors du point de vue algébrique, elles ne faisaient pas suite aux fonctions simples précédemment créées; elles rompaient l'unité, et elles sont aujourd'hui beaucoup plus embarrassantes qu'elles ne sont utiles, depuis qu'Euler les a reconnues complexes par rapport à une fonction qui, bien mieux qu'elles, jouit de toutes les qualités requises dans un élément algébrique.

Les fonctions simples marchent toujours deux à deux par couples et celles d'un même couple doivent être inverses l'une de l'autre. Il faut, en effet, qu'après avoir modifié une grandeur d'une certaine manière, on puisse lui faire subir une modification précisément contraire, destinée à défaire ce qui avait été fait, et à rendre, quand on le voudra, son état primitif à la grandeur considérée. Plus généralement, il faut que de la grandeur modifiée à la grandeur proposée, ou réciproquement, on puisse toujours conclure aussi facilement dans un sens que dans l'autre, quand on connaîtra les grandeurs auxiliaires employées pour indiquer de quelle manière la première modification a été effectuée.

Deux fonctions composées d'opérations en nombre quelconque sont dites inverses l'une de l'autre, lorsque le résultat final des opérations successives qui constituent la première de ces fonctions, étant successivement soumis aux opérations qui entrent

dans la seconde, la grandeur, quelle qu'elle soit, qui a éprouvé tous ces changements, revient à son état primitif.

Il est remarquable, que dans les trois premiers couples usités jusqu'ici de fonctions simples, on ait pu ramener, à l'aide de certains artifices très simples, la forme inverse à la forme directe, de manière à simplifier d'autant le bagage analytique. Pour le dernier couple, rien d'analogue n'existe encore, et rien ne permet de prévoir qu'une pareille simplification soit possible.

L'Algèbre ne compte, jusqu'ici, que les huit fonctions simples: *somme* et *différence*, *produit* et *quotient; puissance* et *racine, exponentielle* et *logarithme*.

Les nouvelles fonctions simples, non encore usitées, qui pourraient permettre de traduire exactement les lois de dépendance complexes par rapport à elles et inexprimables jusqu'ici, ces nouvelles fonctions simples résumeraient une série indéfinie d'opérations de l'ordre précédent.

Incontestablement, lorsque l'opportunité s'en fera sentir, il y aura lieu d'introduire dans le calcul ces nouvelles fonctions simples; mais, avant qu'on ait pu se décider, en connaissance de cause, à faire choix de telle ou telle pour faire suite à celles qui sont déjà connues, on pourra toujours introduire aux lieu et place de ces nouvelles fonctions simples les séries régulières indéfinies des opérations qu'elles serviront plus tard à résumer sous une notation plus brève. On conçoit par là que toutes les questions imaginables restent abordables d'une certaine manière. On peut sans doute prévoir à combien de difficultés peut aboutir une pareille substitution, mais il est clair aussi que multiplier sans précaution le nombre des fonctions simples serait en rendre l'étude impossible.

En fait, si les géomètres n'emploient encore que huit fonctions simples, cela tient certainement d'abord à ce que leur emploi a pu suffire à des recherches déjà très nombreuses et très variées; mais aussi, sans doute, à ce qu'ils ont reconnu de bonne heure le danger qu'il y aurait à introduire, sans de graves motifs et en vue d'applications trop restreintes, de nouvelles complications dans la partie purement analytique de leurs recherches.

Sans contredit, il y a encore de la place pour quelques fonctions simples; il suffira toujours, pour les admettre, que l'introduction en devienne opportune et que le choix en soit convenable; mais le nombre ne pourra plus s'en augmenter beaucoup.

Les fonctions elliptiques, qui peuvent déjà être considérées comme appelées à fournir un nouveau couple de fonctions simples, n'ont pas encore terminé leur stage. Elles n'ont pu encore être rattachées aux fonctions transcendantes de l'ordre précédent. L'origine n'en est encore que purement concrète.

En résumé, on doit concevoir la création de tout nouveau couple de fonctions simples, inverses l'une de l'autre, comme se réduisant à l'invention d'une notation propre à résumer une suite régulière indéfinie, déjà nécessairement connue et antérieurement étudiée, d'opérations de l'ordre précédent. Cette suite devant se représenter souvent sous sa forme gênante, on est naturellement amené à lui donner un nom; mais une pareille invention, tout en simplifiant les procédés, ne crée pas un domaine nouveau.

Il nous reste à vérifier, sur les huit fonctions simples usitées, qu'elles satisfont bien aux règles précédentes.

Les premières fonctions simples connues furent naturellement celles qu'on désigne sous les noms de *somme* et *différence;* elles

se rapportent aux combinaisons les plus simples qu'on puisse imaginer entre des grandeurs.

Les fonctions du second couple servent à traduire les relations de similitude. Les équations

$$y = x\frac{m}{n} \quad \text{et} \quad x = y\frac{m}{n}$$

(y égale x multiplié dans le rapport de m à n, et x égale y multiplié dans le rapport de n à m) signifient que le rapport de y à x est le même que celui de m à n, et que, par suite, celui de x à y est le même que celui de n à m.

Si le rapport $\frac{m}{n}$ était commensurable, la relation de y à x pourrait être traduite au moyen d'un nombre fini d'équations où n'entreraient que les signes de l'addition et de la soustraction; dans le cas contraire, il faudrait un nombre infini d'équations de ce genre.

Les fonctions simples du troisième couple sont :

$$y = \frac{x^m}{u^{m-1}}, \quad x = \sqrt[m]{y . u^{m-1}},$$

u désignant une grandeur prise pour unité.

La première, qui n'est que la notation abrégée de :

$$y = x . \frac{x}{u} . \frac{x}{u} . \frac{x}{u} . ,$$

est bien une fonction composée des précédentes, en nombre fini; mais son inverse

$$x = \sqrt[m]{y . u^{m-1}}$$

ne pourrait généralement être obtenue que par l'accumulation d'une infinité d'opérations de l'ordre de ces précédentes.

Enfin, les fonctions du quatrième couple

$$\frac{y}{u} = \left(\frac{a}{u}\right)^{\frac{x}{u}} \quad \text{et} \quad \frac{x}{u} = \log_{\frac{a}{u}} \frac{y}{u}$$

ne peuvent généralement s'obtenir que par l'accumulation d'une infinité d'opérations simples du troisième couple.

Les deux fonctions qui paraîtraient le mieux satisfaire à toutes les conditions assignées par la théorie pour pouvoir remplir l'office d'un nouveau couple de fonctions simples, sembleraient être

$$x^x$$

et son inverse.

Ces deux fonctions n'ont pas été étudiées jusqu'ici comme elles le méritent, et je n'ai pas eu moi-même le temps de m'en occuper; mais je crois pouvoir attirer sur elles l'attention de la génération qui va nous succéder.

Les fonctions

$$x^{x^x} \quad x^{x^{x^x}} \quad \ldots$$

et leurs inverses se joindraient naturellement au même groupe, comme les puissances et racines de tous les degrés se joignent au carré et à la racine carrée.

Du Calcul des quantités négatives et imaginaires.

Ce calcul avait été institué sans méthode, durant les âges précédents, sous l'influence de nécessités plutôt senties que comprises, et les règles en avaient été adoptées de confiance par tous les géomètres, jusqu'à l'époque qui nous occupe.

Nous montrerons par des textes que d'Alembert avait laissé sur la question des indications presque suffisantes pour la résoudre ; mais nous ne le pourrions pas, si nous ne commencions par exposer la théorie elle-même du calcul des quantités symboliques telle qu'elle résulte nécessairement des principes posés par notre géomètre philosophe. Autrement, en effet, il nous faudrait discuter les conséquences logiques de chacune des observations qu'il présente d'une façon toujours très écourtée, pour en induire la conception entière à laquelle il est permis de croire que son esprit s'était arrêté. Il sera plus facile et plus simple de donner d'abord la solution de la difficulté, et de montrer ensuite que les aphorismes de d'Alembert en contiennent virtuellement les principes fondamentaux.

Mais commençons par rappeler quelques faits : les règles du calcul algébrique furent tirées des principes de l'Arithmétique, et on ne les appliqua d'abord que dans l'hypothèse où les expressions soumises au calcul auraient des valeurs positives. Mais il arriva souvent que les valeurs des données étaient telles, que, substituées dans ces expressions, elles les rendaient négatives. Cependant le calcul algébrique ayant été déjà achevé, on dut se demander ce qu'il avait donné comme résultat, au point de vue arithmétique, et il ne fut pas difficile de reconnaître que, lorsqu'on avait retranché une expression négative, on avait, en réalité, ajouté la valeur absolue de cette expression ; que lorsqu'on avait multiplié ou divisé l'une par l'autre deux expressions, l'une positive et l'autre négative, on avait en réalité multiplié ou divisé les valeurs absolues de ces deux expressions, et que le calcul algébrique avait attribué le signe *moins* au résultat; enfin que, lorsqu'on avait multiplié ou divisé l'une par l'autre deux expressions

négatives, on avait en réalité multiplié ou divisé les valeurs absolues de ces expressions, et que le calcul algébrique avait attribué le signe *plus* au résultat.

Ces observations conduisirent à admettre comme lois naturelles, obligatoires et, en quelque sorte, révélées, que *moins moins* fait *plus*, que *moins* par *plus* et *plus* par *moins* font *moins*, enfin, que *moins* par *moins* fait *plus*.

D'un autre côté, lorsque, après avoir résolu des équations numériques, que l'on abandonnait tout simplement dès que l'impossibilité se manifestait, on en vint à traiter des équations littérales, on reproduisit naturellement pour les résoudre les transformations algébriques correspondant aux transformations arithmétiques qui réussissaient dans le premier cas. Cela revient à dire qu'on rechercha les formules des solutions, en supposant qu'elles existassent. Les lumières dont pouvait disposer l'opérateur pour se guider dans son calcul reposaient si exclusivement sur cette hypothèse, que s'il avait pu penser qu'elle fût fausse, il se serait arrêté, comme il faisait pour les équations numériques impossibles.

Mais le calcul étant une fois achevé, c'est-à-dire les formules des solutions supposées étant obtenues, on se proposa d'abord de les discuter, en vue de discerner les cas de possibilité et d'impossibilité; puis on chercha à savoir d'après quelles règles il faudrait substituer, dans les équations qui les avaient fournies, les valeurs négatives ou imaginaires des inconnues impossibles; et il ne fut pas difficile de reconnaître que ces règles, en ce qui concerne les solutions négatives, se réduisaient aux principes déjà adoptés, *moins* par *plus* et *moins* par *moins* font *moins* ou *plus*; et pour les racines imaginaires, que le carré d'un carré radical est la quantité sur laquelle il porte, c'est-à-dire, par exemple,

que le produit de $\sqrt{-1}$ par lui lui-même, ou son carré, doit être remplacé par -1, règle qui suffit à tous les cas.

Tels sont les faits, ou du moins tels sont ceux qui peuvent être soumis à l'analyse, car on sait bien que beaucoup d'esprits chimériques se sont de tout temps efforcés de trouver exclusivement dans leur imagination les formules des règles qui nous occupent et les raisons métaphysiques de ces règles. Mais l'important est de constater qu'ils ont eu l'heur de ne trouver dans leur imagination que ce que les gens plus sensés avaient observé dans les faits. On peut mettre, par exemple, Bombelli dans la catégorie des gens purement sensés et Cardan dans celle des gens à imagination, plus ou moins déréglée.

Si les faits que nous venons de rapporter avaient été étudiés sans parti pris, ils auraient suggéré d'eux-mêmes la théorie du calcul algébrique des expressions symboliques. C'est l'esprit métaphysique qui a tout gâté. Il s'est formé sous son influence deux écoles également éloignées du bon sens : l'une qui veut démontrer *à priori* les règles qui nous occupent, en torturant par extension les notions premières des diverses opérations arithmétiques; et l'autre qui n'aperçoit dans les règles en question que des conventions qu'elle prétend avoir faites librement, mille ans environ après que les faits les avaient imposées d'une façon irrésistible.

Mais nous ne songeons à entrer en discussion ni avec l'une ni avec l'autre de ces deux écoles.

Il est évident, en premier lieu, qu'à moins de vouloir perdre pied exprès, il faut nécessairement, par résolution de l'équation la plus générale de degré m, entendre la recherche des formules

qui en donneraient toutes les solutions, si elles existaient dans le plus grand nombre possible; d'où il résulte immédiatement, une équation du degré *m* pouvant avoir *m* solutions positives et ne pouvant pas en avoir davantage, qu'une équation du degré *m* a, par définition, *m* racines, qui sont les formules des *m* solutions qu'elle pourrait avoir, dans le cas le plus favorable. Du reste, en cherchant autre chose, on arriverait naturellement à ne pas trouver les solutions positives, lorsqu'elles existeraient; ce qui montre bien clairement, que prévoir à l'avance les formes algébriques des solutions impossibles et régler par conventions les manières de substituer ces solutions sont deux projets aussi absurdes l'un que l'autre.

Les racines des équations algébriques étant maintenant les formules des solutions positives que ces équations pourraient comporter, il en rèsulte, pour ces racines, cette qualité caractéristique et originelle qu'elles jouiront encore de toutes les propriétés de pure forme qui conviendraient aux solutions positives, et, notamment, que leurs formules, substituées à l'inconnue dans l'équation proposée, mais en ne tenant aucun compte de leur nature extraordinaire, c'est-à-dire les calculs étant identiquement faits conformément aux règles qui conviendraient au cas où ces mêmes formules seraient celles de nombres positifs, rendront cette équation identique.

Il en résulte aussi que, si l'on a attribué, dans ces mêmes formules, des valeurs numériques aux lettres qui y entraient, et que l'on ait achevé les calculs numériques propres à fournir la valeur arithmétique, négative ou imaginaire, d'une des racines, il faudra substituer cette valeur si elle est négative, conformément aux règles *moins* par *plus* et *moins* par *moins*, parce que le produit

algébriquement fait de deux expressions dont les valeurs sont de signes contraires est négatif, et que le produit algébriquement fait de deux expressions dont les valeurs sont de même signe, est positif; et si la valeur arithmétique d'une racine est de la forme $a + b\sqrt{-1}$, il faudra la substituer, en faisant attention que le carré de $\sqrt{-1}$ est -1, règle qui suffit pour les autres puissances.

Ce premier point étant établi, il faut en conclure que le calcul algébrique ne porte plus sur des valeurs, comme le calcul arithmétique, mais sur des formes, qui doivent toujours être traitées comme si elles représentaient des valeurs positives.

Ainsi les opérations algébriques ne seront plus définies par les relations concrètes des résultats qu'elles pourront fournir avec les valeurs des expressions sur lesquelles elles devaient porter; mais simplement par la manière de les faire, manière qui sera identiquement celle qui conviendrait au cas où les expressions proposées auraient des valeurs positives, et où il s'agirait d'obtenir le résultat de l'opération projetée, définie par l'opération arithmétique correspondante.

En d'autres termes : une opération algébrique est une transformation qui n'altérerait pas la grandeur représentée, si les lettres qui entrent dans les expressions proposées représentaient toutes des grandeurs positives, et que les opérations successives indiquées fussent toutes possibles, c'est-à-dire donnassent toutes des résultats positifs.

Cela posé, les opérations algébriques n'étant plus maintenant définies par les résultats que l'on se proposait d'obtenir en les effectuant, mais par la manière de les faire, il reste, pour se rendre compte de ces opérations, à étudier, dans leurs formules, les résultats qu'elles fournissent effectivement; en d'autres termes,

il faut mettre en relation la valeur numérique du résultat avec les valeurs numériques des données.

Cette étude répond à deux besoins, le premier, que les données d'un problème pouvant n'être pas toutes littérales, il importe de savoir faire indifféremment les mêmes calculs sous forme littérale ou sous forme numérique, soit que les calculs répondent à des opérations possibles ou impossibles, il importe notamment de savoir appliquer aux équations numériques les méthodes de résolution qui en donneraient les racines telles qu'on les eût obtenues par application des formules générales convenant aux équations littérales de mêmes degrés; le second, qu'il est absolument indispensable de savoir comment les valeurs numériques des racines non positives devraient être substituées dans les équations qui les auront fournies, pour rendre ces équations identiques.

Il n'y a, pour répondre à ces deux questions, en ce qui concerne les racines négatives, qu'à voir quels résultats donne la multiplication de deux expressions dont les valeurs sont l'une positive et l'autre négative, ou toutes les deux négatives. Or, 1° le produit algébriquement fait, de A — B par C — D ne diffère que par le signe du produit algébriquement fait de A — B par D — C; donc si A — B est positif et C — D négatif, comme le produit de A — B par D — C serait positif, celui de A — B par C — D sera négatif, c'est-à-dire que *plus* par *moins* aura fait *moins*; 2° le produit algébriquement fait de A — B par C — D ne diffère en rien du produit algébriquement fait de B — A par D — C; donc, si A — B et C — D sont négatifs, comme le produit de B — A par D — C serait positif, celui de A — B par C — D le sera aussi, c'est-à-dire que *moins* par *moins* aura fait *plus*. Quant au cas des racines imaginaires, il est encore plus simple :

tout s'y réduit, comme nous l'avons déjà dit, à faire attention que le carré d'un radical carré est la quantité sur laquelle il porte, c'est-à-dire que le carré de $\sqrt{-1}$ est -1.

Principe de d'Alembert,
par lequel la question la plus générale de dynamique est ramenée à la question correspondante de statique.

Ce principe, entendu dans son acception la plus générale, consiste en ce que deux systèmes de forces qui mouvraient ultérieurement un même système matériel quelconque, de la même manière, s'ils le prenaient dans le même état de mouvement initial, s'y feraient à chaque instant équilibre, s'ils étaient opposés l'un à l'autre à cet instant, c'est-à-dire si les forces qui composent l'un de ces systèmes persistant dans leur action directe, celles qui composent l'autre étaient toutes renversées, de façon à agir sur les mêmes points de la même manière, mais dans des directions opposées.

Cette proposition, que la postérité a à dessein qualifiée de *principe*, pour en marquer l'importance en même temps que l'indémonstrabilité, fournit de la manière la plus heureuse la mise en équations immédiate de tous les problèmes de dynamique, dès que l'on oppose au système des forces proposées celui des forces qui mouvraient toutes séparément les molécules de l'ensemble matériel considéré comme elles se meuvent en réalité.

En effet, la force qui mouvrait la molécule de masse m et dont les cordonnées actuelles sont x, y et z, comme elle se meut effectivement, aurait pour composantes

$$m\frac{d^2x}{dt^2}, \quad m\frac{d^2y}{dt^2} \quad \text{et} \quad m\frac{d^2z}{dt^2}$$

qui sont précisément les inconnues de la question, en ce qui concerne cette molécule, de sorte que les conditions d'équilibre de l'ensemble matériel considéré, sous l'action simultanée des forces données et des forces

$$m\frac{d^2x}{dt},\quad m\frac{d^2y}{dt}\quad \text{et}\quad m\frac{d^2z}{dt}$$

appliquées respectivement à tous les points de cet ensemble, mais changées de sens, traduisent immédiatement les équations entre les données et les inconnues du problème.

Théorie générale du mouvement des solides.

La dynamique des solides n'avait pas fait un pas depuis Huyghens, c'est-à-dire depuis la solution du problème du pendule composé. Cela tient d'abord à ce que Newton, dans la première partie de ses recherches, avait naturellement dû réduire tous les astres à des points matériels, parce qu'ils ne présentent que des formes à peu près sphériques; et, en second lieu, à ce que lorsqu'il eût par exemple, à tenir compte des conséquences de l'aplatissement de la Terre, la question étant trop difficile pour être attaquée de front, il dut se borner à établir des analogies qui pussent expliquer les faits, sans en rendre exactement compte.

L'invention de la théorie de la rotation des solides et l'établissement des équations générales de leur mouvement sous l'action de forces quelconques constituent un progrès considérable, principalement dû à Euler. Mais ces théories sont assez connues pour que nous soyons dispensés d'en parler ici.

Équations générales de l'hydrodynamique.

La mise en équations différentielles du problème du mouvement le plus général d'une masse fluide ne présentait pas de bien grandes difficultés et n'a pas rendu de bien grands services, mais il fallait que la question fût résolue, au moins pour qu'elle n'occupât plus personne.

Le problème des trois corps.

Nous avons vu que la théorie de la Lune, proposée par Newton, laissait beaucoup à désirer. Ses successeurs immédiats en entreprirent le perfectionnement avec ardeur et conçurent d'abord l'espoir d'y parvenir par la solution générale du problème du mouvement de trois corps s'attirant mutuellement en raison inverse du carré de leur distance. Clairaut, qui avait presque annoncé d'avance cette solution, fit les plus grands efforts pour y réussir. Mais la question était et est restée au-dessus des forces des plus habiles; de sorte que la théorie mathématique du mouvement de la Lune fit peu de progrès. Clairaut, d'Alembert et Euler s'appliquèrent longtemps chacun à la perfectionner, et ils construisirent pour notre satellite des tables fondées sur leurs théories; mais ces tables, quoique les erreurs n'y fussent pas considérables, se trouvèrent bien moins satisfaisantes que celles que Tobie Mayer déduisait en même temps d'observations directes, incomparablement mieux instituées, il est vrai, que toutes celles des astronomes praticiens, ses devanciers.

La question, entre autres, de l'accélération du mouvement moyen

de la Lune, depuis la plus haute antiquité, non seulement ne reçut aucune explication satisfaisante, mais encore fit surgir une foule d'hypothèses invraisemblables. Ainsi, Euler dit, dans un Mémoire de 1772, que la théorie de l'attraction étant impuissante à expliquer le phénomène, il ne reste plus aucun doute que l'accélération dont il s'agit ne soit l'effet de la résistance du milieu ; d'autres proposent d'admettre que c'est la durée du jour qui a augmenté et que cet accroissement peut être causé par le choc des vents contre les chaînes de montagnes qui courent du sud au nord; Lagrange, à la même époque, préférait nier la réalité de l'accélération du moyen mouvement de notre satellite; Laplace, qui n'avait pas encore atteint 25 ans, émettait l'hypothèse que l'attraction n'obtenait peut-être pas les mêmes effets sur un même corps en repos et en mouvement; ajoutons que Clairaut avait antérieurement élevé des doutes relativement à la loi de la gravitation universelle et s'était demandé, à propos, il est vrai, d'une autre difficulté, s'il ne faudrait pas ajouter à la partie principale de la force attractive, laquelle varie en raison inverse du carré de la distance, une partie moindre variant suivant une autre loi.

Un autre point tout aussi important de la théorie de la Lune resta sans solution : on sait que le mouvement annuel de l'apogée lunaire est de 19°20′; Clairaut, ni Euler, ni d'Alembert ne trouvèrent que la moitié de ce nombre. C'est au sujet de cette difficulté que Clairaut émit d'abord l'hypothèse que nous venons de rapporter. Il refondit ensuite deux fois son premier mémoire et annonça enfin qu'*ayant considéré la question sous un nouveau point de vue, il était parvenu à concilier assez exactement le mouvement de l'apogée de la Lune avec la loi de l'attraction*

en raison inverse du carré de la distance. Mais cette fois il n'apportait aucune justification de son assertion.

Les difficultés dont nous venons de parler et bien d'autres que nous omettons n'ont été levées que plus tard par Laplace.

La période qui nous occupe ne présente donc sur la mécanique céleste que des travaux très méritoires assurément, mais dont aucun n'aboutit à des résultats définitifs.

Devions-nous, malgré cette constatation, entreprendre l'analyse des nombreux mémoires auxquels nous venons de faire allusion ? Il nous a paru qu'un travail si considérable ne présenterait ni assez d'intérêt, ni assez d'utilité, et nous avons cru devoir y renoncer, malgré le désir que nous avions de rendre hommage à des savants d'un grand mérite.

Nous ne ferons d'exception qu'en faveur de la théorie de d'Alembert relative à la précession des équinoxes.

Progrès de l'Arithmétique.

Euler démontre deux théorèmes importants de Fermat, savoir : 1° Si p est un nombre premier et a un nombre entier quelconque, non divisible par p, $a^{p-1} - 1$ est toujours divisible par p; 2° tout nombre premier de la forme $4n + 1$ est la somme de deux carrés.

Il démontre aussi ces deux propositions négatives, dues à Fermat, que la somme ou la différence de deux cubes ne peut être un cube, et que la somme ou la différence de deux nombres bicarrés ne peut être un nombre bicarré.

Progrès de l'Algèbre.

De Gua de Malves assigne la limite inférieure d'un terme d'une équation numérique, compris entre deux termes de même signe, en deçà de laquelle l'équation a forcément deux racines imaginaires. Bezout imagine la méthode d'élimination par les fonctions symétriques et celle qui consiste à exprimer que le quotient des premiers membres des deux équations considérées est réductible. Vandermonde résout algébriquement l'équation binôme du onzième degré. D'Alembert répand quelques idées justes sur la théorie du calcul des quantités négatives. Euler identifie les fonctions circulaires directes et inverses aux fonctions exponentielles et aux fonctions logarithmiques en introduisant la notion des exposants imaginaires, et, par suite, celle des logarithmes de quantités quelconques. D'Alembert énonce le fait que les racines des équations algébriques sont toujours réelles ou de la forme imaginaire $a + b\sqrt{-1}$; mais cette proposition n'avait alors qu'un sens bien vague, la vraie notion des racines des équations algébriques ne s'étant pas encore fait jour.



Progrès de l'Analyse.

Lambert fonde la Trigonométrie hyperbolique. Euler reprend la question des isopérimètres, en complète la théorie et la refond dans un ensemble mieux lié; il constitue la théorie des intégrales Eulériennes. Landen reconnaît que l'intégrale qui représente un arc d'hyperbole peut se transformer dans la somme de deux

autres représentant des arcs d'ellipse assignables. D'Alembert perfectionne la méthode d'intégration des équations différentielles linéaires. Euler et d'Alembert s'occupent avec succès de ramener un grand nombre d'intégrations au problème de la rectification des coniques.



Progrès de la Géométrie.

Clairaut étend aux courbes à double courbure les théories déjà établies pour les courbes planes. Stewart fait faire de nouveaux progrès à la théorie des transversales. Euler discute l'équation générale des surfaces du second ordre, classe ces surfaces et en fait la théorie; il ramène la recherche des courbures de toutes les sections planes d'une surface, passant par la normale à cette surface en un de ses points, à celle des courbures de deux d'entre elles.



Progrès de la Mécanique.

Euler démontre que tout mouvement élémentaire d'un solide résulte de la composition du mouvement de translation de l'un de ses points et d'un mouvement continu de rotation autour d'un axe variable passant par ce point; il établit les six équations du mouvement d'un solide quelconque soumis à l'action de forces quelconques. D'Alembert explique la précession des équinoxes et la nutation de l'axe de la terre par les actions du soleil et de la lune sur le ménisque de notre planète qui entoure la sphère

décrite sur la ligne de ses pôles comme diamètre; il ramène le problème le plus général de la dynamique à celui de la statique. Euler établit les équations générales de l'hydrodynamique. Du Buat perfectionne la théorie pratique de l'écoulement des eaux dans les canaux et rivières.



Progrès de l'Astronomie.

Lacaille donne une méthode sûre et expéditive pour le calcul des orbites des comètes; il détermine le mouvement de la ligne des apsides de l'écliptique et corrige la plupart des éléments de la théorie du soleil. Ximénès donne une des premières preuves positives de la diminution de l'obliquité de l'écliptique. Tobie Mayer perfectionne considérablement la théorie du mouvement de la lune. Euler entreprend le grand problème des perturbations des mouvements des planètes, produites par leurs attractions mutuelles; il refait la théorie de la lune en tenant compte à la fois des actions du soleil et de la terre sur notre satellite. D'Alembert complète l'explication du double mouvement de la ligne des pôles terrestres.



Progrès de la Physique.

Euler combat la théorie de l'émission et encourage Dollond dans sa recherche de l'achromatisme des lentilles. De Romas soutire leur électricité aux nuages. Lesage imagine un télégraphe électrique primitif. Deluc construit le premier baromètre portatif.

Lambert imagine la première méthode photométrique. Black propose la théorie de la chaleur latente. Cavendish détermine la densité moyenne de la terre.



Progrès de la Chimie.

Marggraf extrait directement le phosphore des phosphates; il montre que la base de l'alun est une terre, découvre la magnésie, distingue la potasse de la soude, prépare le zinc et le manganèse; enfin enseigne que la betterave et la carotte contiennent du sucre tout formé. Damdourney fait faire d'importants progrès à l'art de la teinture sur laine. Darcet extrait la soude du sel marin. Priestley découvre l'oxygène et l'azote.





BIOGRAPHIE

DES

SAVANTS DE LA DOUZIÈME PÉRIODE

ET

ANALYSE DE LEURS TRAVAUX.

EULER (LÉONARD).

(Né à Bâle en 1707, mort à Saint-Pétersbourg en 1783.)

Son père, Paul Euler, ministre du culte réformé, avait étudié avec succès les Mathématiques sous Jacques Bernoulli et put en enseigner les principes à son fils. Envoyé à Bâle pour y faire sa philosophie, le jeune Euler ne tarda pas à y fixer l'attention de Jean Bernoulli, qui lui accordait chaque samedi la faveur d'un entretien sur les parties des Mathématiques que son élève avait étudiées pendant la semaine.

Reçu maître ès arts en 1723, après avoir prononcé un discours latin sur les principes philosophiques de Newton et de Descartes, Euler aborda les cours de Théologie et de langues orientales, pour complaire à son père, qui le destinait à l'état ecclésiastique; mais son goût le ramenait sans cesse à la Géométrie, et il obtint bientôt la permission de s'en occuper exclusivement. Il se lia alors d'une amitié, que rien n'a pu altérer depuis, avec les deux fils de

Jean Bernoulli, Nicolas et Daniel, qui lui facilitèrent les premiers débuts dans la carrière scientifique. L'impératrice Catherine Ire venait de fonder l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg; Nicolas et Daniel Bernoulli y avait été appelés en 1725, et ils ne s'étaient séparés de leur jeune ami qu'en lui promettant de le faire venir aussitôt qu'ils le pourraient. Dès l'année suivante, ils lui firent, en effet, savoir qu'il pourrait entrer, comme physiologiste, dans la section de Médecine de la nouvelle Académie. L'ouverture pouvait paraître singulière; mais Euler se fit simplement inscrire sur la liste des étudiants en Médecine de Bâle, et se mit à suivre les cours de la Faculté, comme si l'entreprise dans laquelle il se trouvait jeté ne présentait pas d'autre difficulté que d'y consacrer quelque temps. Il était tellement sûr de lui, que, à la même époque, il écrivait une dissertation sur la propagation du son, envoyait à l'Académie des Sciences de Paris un mémoire sur la mâture des vaisseaux, qui obtint l'accessit en 1727, et soutenait une thèse pour se faire nommer à la chaire de physique vacante à Bâle. Il partit peu de temps après pour Saint-Pétersbourg, avec le titre d'adjoint à l'Académie pour les Mathématiques; il ne fut pas autrement question de Physiologie. Il épousa, peu de temps après (1733), une de ses compatriotes, fille d'un peintre nommé Gsell, dont il eut une nombreuse famille.

La mort de Catherine Ire paraissant devoir entraîner la dissolution de l'Académie des Sciences, Euler songea un instant à entrer dans la marine et accepta même une charge de lieutenant de vaisseau. Mais les circonstances redevinrent plus favorables en 1730, et il fut pourvu de la chaire de Physique, qu'il conserva jusqu'au départ de Daniel Bernoulli, en 1733; il remplaça alors ce dernier. Une congestion cérébrale, provenant d'un excès de

travail, lui fit perdre l'œil droit en 1735: « J'aurai, dit-il, moins de distractions. »

Élevé dans une république et doué, comme tous les savants de génie, d'une humeur libérale et tolérante, Euler voyait avec tristesse le sombre despotisme que l'autocrate Anne Ivanowna faisait peser sur la Russie. Il se tint à l'écart de la vie publique, et s'enferma tout entier dans le sanctuaire de la Science et des affections privées. Si c'est à cette circonstance qu'il dut l'opiniâtreté de son travail, c'est aussi à elle que l'on attribue la tristesse profonde et l'expression d'inquiétude qu'on remarqua toujours sur le beau front de cet homme si doux, si bienveillant et de mœurs si pures. Cette impression fut si forte sur son esprit, écrit Montferrier, qu'en 1741, lorsque Euler se rendit à Berlin, la reine de Prusse, qui l'accueillit avec une noble bonté, ne put obtenir de lui que des monosyllabes. Et comme elle s'étonnait de la timidité et de l'embarras d'un savant aussi distingué, Euler lui répondit naïvement : « Madame, c'est que je viens d'un pays où, quand on parle, on est pendu. »

En 1741, Euler avait déjà publié un *Traité pratique de Mécanique*, où les principes de la Science se trouvaient pour la première fois exposés avec assez de méthode pour que les théories particulières pussent en être déduites analytiquement, c'est-à-dire sans l'intervention de ces procédés artificels, d'origines diverses, qui avaient été mis en œuvre par les premiers inventeurs; une théorie nouvelle de la Musique, à laquelle on a seulement reproché de contenir trop de Géométrie pour les musiciens et trop de Musique pour les géomètres; une introduction à l'Arithmétique ; d'importants mémoires sur les tautochrones, les brachystochrones et les trajectoires, sur les séries, sur l'attraction mutuelle des

sphéroïdes, sur le problème des isopérimètres. Il avait remporté, en 1738, le prix proposé par l'Académie des Sciences de Paris sur la nature du feu, et partagé, en 1740, avec Daniel Bernoulli et Mac-Laurin, un autre prix pour un travail relatif au flux et au reflux de la mer. Sa reputation était devenue immense. Frédéric II, profitant de l'état précaire ou étaient tombées les Sciences à Saint-Pétersbourg pendant la régence, lui fit faire des propositions séduisantes et l'attira à Berlin au mois de juin 1741. Le roi avait résolu de placer Euler à la tête de son Académie des Sciences, qui devait être réorganisée; la guerre retarda l'exécution de ce projet jusqu'en 1744; mais Euler profita du temps que les circonstances lui laissaient pour réunir à l'avance autour de lui les principaux savants de l'Allemagne et les disposer à entrer dans les vues de son nouveau maître. En attendant, il publia, dans les *Miscellanea* de l'ancienne Société scientifique de Berlin, différents mémoires sur la comète de 1742, sur les intégrales définies, sur la sommation de nouvelles séries, sur l'intégration des équations d'ordres supérieurs, etc.

Il n'avait pas, toutefois, interrompu ses communications avec l'Académie de Saint-Pétersbourg, dont il ne cessa pas de faire partie, et il les continua durant tout le temps de son séjour à Berlin. Le gouvernement russe lui avait, du reste, laissé la jouissance de sa pension d'académicien. Les anciens et les nouveaux *Commentaires* de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg contiennent encore un nombre prodigieux de mémoires qu'il lui avait adressés de 1741 à 1766, époque où il retourna en Russie.

Nommé, en 1744, directeur de la classe mathématique de l'Académie de Berlin, il jeta aussitôt le plus grand éclat sur cette

Société, et commença à enrichir son recueil à l'égal de celui de Saint-Pétersbourg.

Il mit, cette année, la dernière main à sa théorie des isopérimètres, qui ne laissait déjà plus rien à désirer, quant aux résultats auxquels elle pouvait conduire, lorsque Lagrange entreprit de la simplifier et d'y substituer la méthode des variations; il publiait, la même année, sa théorie du mouvement des planètes et des comètes, remportait le prix proposé par l'Académie des Sciences de Paris sur la théorie de l'aimantation, et résolvait pour le roi de Prusse les principaux problèmes de la balistique.

Il donna, en 1746, sa *Théorie nouvelle de la lumière*, où l'hypothèse de l'émission était pour la première fois soumise à une critique impartiale et élevée, depuis que Newton l'avait systématisée. Euler se rangeait à l'opinion de Huyghens, que la lumière se propage à la manière du son par l'intermédiaire d'un fluide appelé éther, dont les vibrations impressionneraient nos yeux, comme celles de l'air impressionnent nos oreilles. C'est à lui qu'est dû le premier mouvement de retour à l'hypothèse des ondulations, dont Huyghens avait tiré déjà un si grand parti dans l'explication des phénomènes de double réfraction, mais que Newton avait presque fait oublier. Vers la même époque, Euler se délassait de ses recherches de Mathématiques pures en réfutant le système philosophique de Wolff, ou plutôt de Leibniz, et en substituant à l'activité des monades le principe de l'inertie de la matière.

Les grands problèmes qui se rattachent à la construction, à l'aménagement et à la manœuvre des vaisseaux, l'avaient préoccupé dès son entrée dans la carrière des Sciences et lui avaient fourni l'occasion de son premier succès. Il s'y attacha d'une ma-

nière plus persistante à partir de 1749, et publia sur cette théorie difficile des ouvrages qui, traduits en français et en anglais, lui valurent des distinctions flatteuses et d'importants témoignages de reconnaissance de la part des deux gouvernements. Turgot lui écrivait en 1775 : « Pendant le temps, monsieur, que j'ai été chargé du département de la marine, j'ai pensé que je ne pouvais rien faire de mieux pour les jeunes gens élevés dans les écoles de la marine et de l'artillerie que de les mettre à portée d'étudier les ouvrages que vous avez donnés sur ces deux parties des Mathématiques; j'ai, en conséquence, proposé au roi de faire imprimer votre *Traité de la construction et de la manœuvre des vaisseaux*, et une traduction française de votre *Commentaire sur les principes d'artillerie* de Robins.

« Si j'avais été à portée de vous, j'aurais demandé votre consentement, avant de disposer d'ouvrages qui vous appartiennent; mais j'ai cru que vous seriez bien dédommagé par une marque de la bienveillance du roi. Sa Majesté m'a autorisé à vous faire toucher une gratification de mille roubles, qu'elle vous prie de recevoir comme un témoignage de l'estime qu'elle fait de vos travaux et que vous méritez à tant de titres. »

Euler publiait en même temps ses deux grands ouvrages d'analyse, l'*Introduction à l'analyse des infiniment petits* et les *Institutions de Calcul différentiel et intégral*, qui restèrent classiques pendant tant d'années et que tous les géomètres lisent encore aujourd'hui.

L'Académie des Sciences de Paris se l'associa en 1755, quoiqu'il n'y eût pas alors de place vacante. Le roi décida que la première place qui viendrait à vaquer ne serait pas remplie. « L'extrême rareté de ces sortes d'arrangements, écrivait à Euler

le marquis d'Argenson, est une distinction trop marquée pour ne pas vous en faire l'observation et vous assurer de toute la part que j'y prends. L'Académie désirait vivement de vous voir associé à ses travaux, et Sa Majesté n'a pu qu'adopter un témoignage d'estime que vous méritez à tant de titres. »

Euler était souvent revenu sur la théorie de la lumière et se séparait de plus en plus de Newton. L'opinion admise, d'après l'illustre géomètre anglais, que l'achromatisme des verres de lunettes était impossible à obtenir, ne lui paraissait pas probable; les propriétés merveilleuses de l'œil, considéré comme instrument d'optique, lui semblaient fournir une preuve décisive en faveur de l'opinion contraire, et il proposa, dès 1747, des objectifs composés qu'il pensait devoir réaliser le progrès si désiré. C'est à Dollond, comme on sait, que l'on est redevable de la grande découverte qui a rendu tant de services à l'Astronomie; mais le génie de Dollond avait été excité par les objections faites par Euler à la théorie de Newton. Depuis cette découverte, Euler ne cessa pas de s'occuper de tous les perfectionnements à apporter à la construction des télescopes dioptriques.

D'Alembert venait de résoudre l'important problème de la précession des équinoxes et de la nutation de l'axe de la terre. Cette découverte fut pour Euler l'occasion de publier sa belle théorie du mouvement des solides, qui parut en 1765.

En 1760, la Prusse et la Russie étant en guerre, les Russes ravagèrent une métairie qu'Euler possédait près de Charlottenbourg; mais, dès que le général russe Tottleben en fut informé, il s'empressa de faire réparer tous les dommages par une indemnité considérable, à laquelle l'impératrice Élisabeth ajouta un don de 4,000 florins.

Nous avons déjà dit qu'Euler n'avait jamais cessé de se considérer comme appartenant à l'Académie de Saint-Pétersbourg. L'avènement de Catherine II fut l'occasion qui l'y ramena. L'impératrice ayant accédé à toutes les conditions qu'il avait faites, il quitta la Prusse en 1766, au grand regret du roi, qui voulut garder au moins son plus jeune fils près de lui.

A peine arrivé à Saint-Pétersbourg, Euler perdit l'œil qui lui restait; mais il possédait une mémoire si prodigieuse, que cette perte ne l'arrêta même pas dans ses travaux. Les années 1768, 1769, 1770 et 1771 virent encore paraître de lui les *Éléments d'Algèbre* et trois gros volumes sur la Dioptrique, qu'il dictait à son domestique; en même temps, l'Académie publiait ses *Lettres à une princesse d'Allemagne*, les calculs de la comète de 1769, celui du passage de Vénus de la même année et la *Théorie nouvelle de la Lune*, qui lui avait valu une gratification de 300 livres sterling, votée en 1765, par le Parlement anglais, « pour le récompenser d'avoir fourni à Mayer les théorèmes au moyen desquels celui-ci était parvenu à résoudre le problème des longitudes. »

L'Académie des Sciences de Paris avait déjà couronné trois mémoires d'Euler *Sur les inégalités des planètes;* elle proposa, pour sujet des prix en 1770 et 1772, de nouveaux perfectionnements à la théorie de la Lune, et Euler remporta encore l'un et l'autre. Il avait eu le courage, à un âge si avancé, et quoique devenu complètement aveugle, de refondre, avec l'aide de son fils, de Krafft et de Lexell, tous ses ouvrages antérieurs sur cette importante question, et de reconstruire de nouvelles tables de notre satellite, fondées sur une distinction neuve de ses inégalités, considérées comme dépendant de l'élongation moyenne, de

l'excentricité, de la parallaxe et de l'inclinaison de l'orbite. Ajoutons qu'il entreprenait ce grand travail au moment où sa maison venait d'être incendiée, et au milieu, par conséquent, des embarras d'un nouvel établissement.

C'est en 1771, lors de l'incendie de Saint-Pétersbourg, que cette nouvelle épreuve lui était survenue. Un de ses compatriotes bâlais, Pierre Grimm, sans songer au péril qui menaçait sa propre demeure, accourut en toute hâte, chargea le vieillard sur ses épaules et le déposa sain et sauf en lieu sûr. La bibliothèque et la maison furent brûlées; mais les manuscrits furent sauvés par les soins du comte Orloff, et l'impératrice, qui avait donné à Euler sa première demeure, lui en fit construire une nouvelle plus confortable et mieux disposée.

Il recouvra un instant la vue, en 1773, à la suite de l'opération de la cataracte; mais la guérison ne put pas être obtenue d'une manière définitive, et Euler endura des souffrances atroces avant de perdre entièrement son œil; il n'en continua pas moins ses immenses travaux. C'est durant cette dernière période de sa vie qu'il mit au jour ses principales recherches sur l'Hydrodynamique.

Il mourut subitement d'une attaque d'apoplexie, en jouant avec un de ses petits-fils.

Voici en quels termes Condorcet raconte sa fin : « Le 7 septembre 1783, après s'être amusé à calculer sur une ardoise les lois du mouvement ascensionnel des machines aérostatiques, dont la découverte récente occupait alors toute l'Europe, il dîna avec M. Lexell et sa famille, parla de la planète d'Herschell et des calculs qui en déterminent l'orbite. Peu de temps après, il fit venir son petit-fils, avec lequel il badinait en prenant quelques tasses

de thé, lorsque, tout à coup, la pipe qu'il tenait à la main lui échappa, et il cessa de calculer et de vivre. »

Toute l'activité d'Euler s'était employée au perfectionnement des Sciences mathématiques, mais il ne s'y était aucunement absorbé. Non seulement il avait des connaissances étendues sur toutes les branches de la Physique, en Chimie, en Histoire naturelle et en Médecine, mais encore il possédait à fond l'histoire de tous les peuples et les littératures grecque et latine. Il goûtait à tel point la lecture de Virgile, qu'il en était venu à savoir par cœur l'*Énéide* entière.

Il possédait au dernier point l'art de déposer l'air du savant et de se mettre au niveau de tout le monde : « Une humeur toujours égale, une gaieté douce et naturelle, dit son ami Fuss, une certaine causticité mêlée de bonhomie, une manière de raconter naïve et plaisante, rendaient sa conversation aussi agréable que recherchée. »

Beaucoup de savants ont malheureusement cherché à augmenter par d'injustes réclamations leur part légitime de gloire. Euler ne s'est jamais donné ce tort : il était en tout d'une probité et d'une droiture à toute épreuve.

Il s'était marié deux fois et avait eu treize enfants, dont cinq vécurent, et lui donnèrent trente-huit petits-enfants, qu'il aimait à voir réunis autour de lui.

Nous ne saurions donner la liste complète de ses ouvrages, qui occupe cinquante pages in-4° de l'*Éloge* lu par Fuss à l'Académie de Saint-Pétersbourg; nous nous bornerons à rapporter brièvement les principaux progrès qui lui sont dus.

La publication de son *Introduction à l'analyse infinitésimale* fit une véritable révolution dans la Géométrie analytique, où les

méthodes générales n'avaient pas encore été fondées d'une manière définitive. On y remarque la définition moderne des foyers des coniques; la première théorie de la courbure des surfaces; les formules de transformation des coordonnées dans l'espace; la discussion, non encore tentée avant lui, de l'équation générale du second degré à trois variables. « Les anciens, dit M. Chasles, ne nous paraissent avoir connu, parmi les surfaces du second ordre, outre le cône et le cylindre, que celles qui sont de révolution (en exceptant la surface gauche de révolution); et jusqu'à Euler on n'avait point conçu dans l'espace d'autre analogie avec les courbes planes nommées sections coniques. Mais ce grand géomètre, transportant aux surfaces courbes la méthode analytique qui lui avait servi à la discussion des courbes planes, découvrit dans l'équation générale du second degré cinq espèces différentes de surfaces, dont les sphéroïdes et les conoïdes des anciens n'étaient plus que des formes particulières.

« Euler borna son travail à cette classification. Cela suffisait pour dévoiler aux géomètres le vaste champ de recherches que leur présentait cette théorie des surfaces du second degré. »

L'analyse pure lui doit l'identification des fonctions circulaires et des fonctions exponentielles; la solution générale du problème des isopérimètres; la théorie des intégrales qui portent le nom d'Eulériennes; de grands perfectionnements à la théorie des séries, qu'il enseigna à n'employer qu'autant qu'elles seraient convergentes; des remarques heureuses sur les fonctions elliptiques, que Landen venait d'introduire dans la Science, par la découverte de la comparabilité d'un arc d'hyperbole à la somme de deux arcs d'ellipse; des intégrations nouvelles, etc., etc.

La Mécanique lui doit la belle théorie cinématique de la rota-

tion d'un solide autour d'un point fixe; les équations différentielles du mouvement d'un solide libre soumis à des forces quelconques; enfin les équations générales de l'Hydrodynamique.

La Géométrie ne lui était pas moins familière que l'analyse et la Mécanique analytique. On a de lui une solution du problème du cercle tangent à trois cercles donnés, qui avait déjà occupé Viète, Descartes et Newton; une méthode pour construire les axes d'une ellipse définie par deux de ses diamètres conjugués; deux solutions analytiques du problème de la sphère tangente à quatre sphères données; une de celui qui consiste à inscrire dans un cercle donné un triangle dont les côtés passent par trois points donnés, etc.

Mais c'est surtout par la part qu'il prit à la fondation de la Mécanique céleste qu'Euler s'est immortalisé.

Ses *lettres à une princesse d'Allemagne sur quelques sujets de Physique et de Philosophie* sont encore lues aujourd'hui, mais naturellement elles ont bien vieilli.

On a commencé en Belgique et en Russie deux éditions des œuvres d'Euler, qu'on n'a pas continuées.

Nous avons déjà dit qu'Euler avait toujours montré la plus grande probité, dans toutes les circonstances de sa vie, Condorcet lui rend témoignage à ce sujet, sur un point important : « Lorsqu'il publiait, dit-il, un mémoire sur un objet nouveau, il exposait avec simplicité la route qu'il avait parcourue, il en faisait observer la difficulté ou les détours; et après avoir scrupuleusement fait suivre à ses lecteurs la marche de son esprit dans ses premiers essais, il leur montrait ensuite comment il était parvenu à trouver une route plus simple. On voit qu'il préférait

l'instruction de ses disciples à la satisfaction de les étonner, et qu'il croyait n'en pas faire assez pour la Science, s'il n'ajoutait aux vérités nouvelles dont il l'enrichissait, l'exposition naïve des idées qui l'y avaient conduit. »

Euler était lié d'une étroite amitié à Maupertuis, dont il prit la défense à l'occasion de sa querelle avec Kœnig et Voltaire, au sujet du *principe de la moindre action.* Euler attachait à ce principe une certaine idée religieuse et la formulait en ces termes : « Dans tous les changements qui arrivent dans la nature, l'action qui les opère est toujours la plus petite qu'il soit possible. »

Euler perdit son père en 1750; il alla alors chercher sa mère, l'amena à Berlin et la garda près de lui jusqu'à sa mort, en 1761. « Pendant onze ans, dit Condorcet, elle jouit de la gloire de son fils, comme le cœur d'une mère sait en jouir, et fut plus heureuse encore, peut-être, par ses soins tendres et assidus, dont cette gloire augmentait le prix.

Euler se remaria en 1776; il épousa la sœur consanguine de sa première femme, qui lui donna de nouveaux enfants. « Je ne connais pas, dit Füss, de spectacle plus attendrissant que celui dont j'ai joui tant de fois avec délices : celui de voir ce vieillard vénérable, entouré, comme un patriarche, de sa nombreuse famille empressée à lui rendre sa vieillesse agréable et à adoucir ses derniers moments par toutes sortes de soins et d'attentions. »

Nous ne pourrions, pour toutes sortes de raisons que nous avons déjà indiquées, nous proposer de donner ici une analyse même très succincte des immenses travaux d'Euler; cette analyse, du reste, serait sans utilité, les principaux ouvrages de ce géomètre étant très connus, et la plupart même étant restés clas-

siques. Mais nous croyons devoir revenir en quelques mots sur ceux qui se rapportent à la grande question des maximums et des minimums d'intégrales dont les différentielles dépendent de fonctions inconnues, afin de fixer aussi exactement que possible les parts qui reviennent à Euler et à Lagrange dans la solution définitive du problème.

Euler avait résolu en 1726 le problème de la brachystochrone dans un milieu résistant; et traité de nouveau, en 1729, après Jacques et Jean Bernoulli celui des courbes géodésiques, ou des courbes les plus courtes entre deux de leurs points, sur des surfaces données. Il s'était peu écarté dans la solution de ces deux questions des méthodes de ses prédécesseurs.

Son mémoire intitulé : *Problematis isoperimetrici, in latissimo sensu accepti solutio generalis*, qu'il présenta en 1732 à l'Académie de Saint-Pétersbourg et qui parut en 1739 dans les *Commentaires* de cette Académie, rompt déjà la tradition en ce que la solution du problème y apparaît sous des formes générales, quoique les considérations géométriques y occupent encore une place prépondérante.

Mais dans un nouveau mémoire présenté en 1736 à la même Académie, Euler faisait un nouveau pas considérable et parvenait à l'équation différentielle propre à définir la fonction inconnue, sous la forme même que lui a laissée Lagrange,

$$M - \frac{dN}{dx} + \frac{d^2P}{dx^2} - \ldots = 0,$$

où M, N, P, etc., désignent les dérivées partielles de la fonction placée sous le signe *somme*, par rapport à la fonction inconnue et à ses dérivées successives.

Enfin, dans sa *Methodus inveniendi lineas curvas*, etc., il

reprenait, en les soumettant à sa nouvelle analyse, les solutions de tous les problèmes intéressants qui se rapportent aux questions de maximums et de minimums d'intégrales et qui avaient été antérieurement résolus par des méthodes diverses, souvent particulières.

Euler avait donc bien complètement résolu le problème, au moins pour le cas où l'intégrale ne porterait que sur une seule fonction arbitraire.

Cependant nous ne voulons pas dire qu'on pourrait extraire de ses procédés une méthode capable, comme celle de Lagrange, d'être étendue à de nouvelles recherches, où il s'agirait de déterminer une fonction inconnue, sous une condition qui ne fût plus celle du maximum ou du minimum d'une intégrale.

Leibniz, L'Hospital, les Bernoulli, Hermann, Taylor et tous ceux de leurs contemporains ou successeurs immédiats qui se sont occupés des questions qui ressortissent aujourd'hui au calcul des variations avaient naturellement admis ce principe évident par lui-même que pour qu'une intégrale soit maximum ou minimum dans son ensemble, il faut qu'elle soit maximum ou minimum dans une quelconque de ses parties, ou plus exactement que si une intégrale est maximum ou minimum entre deux limites fixes x_0 et x_1, elle est aussi maximum ou minimum entre deux limites quelconques comprises entre x_0 et x_1.

Il semblerait tout aussi évident que si une fonction inconnue devait satisfaire à toute autre condition que celle de rendre maximum ou minimum une intégrale, elle devrait encore satisfaire à cette même condition dans un quelconque de ses segments, car si la fonction inconnue devait être l'ordonnée d'une certaine courbe déterminée, elle le serait dans toute son étendue.

Cependant la détermination de cette fonction ne pourrait généralement plus être effectuée par rapport à un quelconque de ses segments : on pourrait bien, il est vrai, déterminer dans tous les cas l'espèce et le genre de la courbe, ou, ce qui revient au même, la forme analytique de la fonction, mais les paramètres de la courbe ou les constantes à introduire dans la fonction ne pourraient généralement plus être déterminées. En effet ces paramètres se déduisent toujours, au moins en partie, des conditions aux limites, or ces conditions, fournies par l'énoncé, relativement aux limites assignées, ne pourraient généralement pas être remplacées relativement à des limites comprises entre les proposées.

C'est au reste justement ce qui fait que jusqu'à Euler inclusivement on en a toujours été réduit à supposer fixes les limites des intégrales qu'on étudiait, afin de supprimer la difficulté, parce que les limites étant fixes et la courbe cherchée étant déterminée, les limites d'un segment quelconque de cette courbe étaient aussi nécessairement fixes, sinon données ; de sorte qu'après avoir trouvé la forme analytique de la fonction cherchée, en laissant provisoirement indéterminées les limites du segment sur lequel on avait raisonné, on pouvait ensuite déterminer les constantes en raison des limites assignées par l'énoncé.

Mais un rétrécissement dans les limites introduirait le plus souvent des difficultés d'un autre genre et plus considérables : en effet quelles que soient les conditions physiques de la question posée, chaque partie de la figure déformable dont il s'agit exercera généralement une action sur la partie voisine, et l'on ne pourrait isoler une partie quelconque qu'à la condition de tenir compte des réactions qu'elle subit de la part de ses voisines, ce qui présenterait souvent des difficultés insurmontables, tandis

qu'aux limites assignées, les actions dont il y a lieu de tenir compte sont produites par des agents extérieurs et fournies par l'énoncé.

Au reste je ne prétends aucunement qu'il fût absolument impossible de résoudre toutes les questions dont il s'agit, sans recourir à la méthode des variations ; je me borne à signaler les difficultés.

Quoi qu'il en soit, en raison du point de vue restreint où se trouvaient placés les géomètres du XVIIe siècle, ils devaient naturellement se borner à faire varier la fonction dans un intervalle infiniment petit, c'est-à-dire à déplacer quelques éléments des courbes ou surfaces soumises à des conditions de maximums ou de minimums.

Mais pour résoudre la question d'une manière entièrement générale, il fallait trouver le moyen de faire varier la fonction dans toute son étendue.

C'est ce qu'a fait Lagrange et c'est en satisfaisant à ce desideratum qu'il a fondé une méthode nouvelle applicable à toute une classe de questions. Cette méthode est celle des variations.

Quant à celle d'Euler, elle paraîtrait ne différer en rien de celle des Bernoulli, dont il aurait seulement poursuivi l'application beaucoup plus loin et avec plus de bonheur, puisqu'il est parvenu à en tirer, dans le cas le plus général, l'équation différentielle de la fonction cherchée, équation à laquelle les travaux des Bernoulli ne semblaient pouvoir promettre aucun accès. Toutefois, nous devons signaler expressément deux perfectionnements très importants apportés par Euler à la méthode : en premier lieu, même dans le cas le plus général, où les dérivées de la fonction inconnue entrent jusqu'à celle de l'ordre n dans la fonction placée sous le signe, Euler ne fait encore varier qu'une seule

ordonnée de la courbe inconnue, ce qui simplifie singulièrement les calculs et permet en définitive de parvenir à la condition cherchée; en second lieu, il tranche définitivement la question soulevée par le débat entre les deux frères Bernoulli, du nombre de points à considérer dans la courbe cherchée, pour pouvoir mettre chaque problème en équation.

Nous avons déjà dit que nous reviendrons sur cette question à propos du calcul des variations.

Nous ne donnerons ici que la traduction d'un seul passage de la *Methodus inveniendi lineas curvas maximi minimi ve proprietate gaudentes* (Méthode pour trouver les lignes jouissant d'une propriété de maximum ou de minimum).

Euler vient d'exposer complètement sa méthode; il est parvenu à l'équation générale

$$M - \frac{dN}{dx} + \frac{d^2P}{dx^2} - \dots = 0$$

et il va traiter par ordre toutes les questions étudiées par ses prédécesseurs.

Il veut commencer par un exemple où la condition cherchée soit $M = O$; il faut pour cela que la fonction inconnue entre seule sous le signe, c'est-à-dire qu'elle n'y soit accompagnée d'aucune de ses dérivées. Il prend l'exemple suivant : Z désignant une fonction donnée de x et de y trouver la courbe az pour laquelle la formule $\int Z\,dx$ soit maximum ou minimum.

Que l'on conçoive, dit il, l'abscisse AZ, à laquelle doit répondre le maximum ou le minimum de la formule $\int Z\,dx$, divisée en un nombre infini d'éléments égaux, qui seront désignés par dx;

et représentant une abscisse indéterminée AM par x et l'appliquée correspondante Mm par y, d'après la formule $\int Z\,dx$, $Z\,dx$ répondra à l'élément MN et, d'après notre manière de noter, $Z'\,dx$, $Z''\,dx$, $Z'''\,dx$, ..., répondront aux éléments suivants NO, OP, PQ, ..., tandis que $Z_{,}\,dx$, $Z_{,,}\,dx$, $Z_{,,,}\,dx$, ..., répondront aux éléments précédents LM, KL, IK, ...

C'est pourquoi si la courbe az est celle-là même que l'on cherche,

$$Z\,dx + Z'\,dx + Z''\,dx + \ldots$$

ensemble avec

$$Z_{,}\,dx, Z_{,,}\,dx, Z_{,,,}\,dx + \ldots$$

devra être maximum ou minimum.

Donc, si une des appliquées $Nn = y'$ est augmentée d'une

Fig. 3.

petite quantité $n\nu$, cette expression devra garder la même valeur de sorte que la valeur de la différentielle de la formule $\int Z\,dx$ c'est-à-dire de la somme des termes

$$Z\,dx + Z'\,dx + Z''\,dx + \ldots$$

ensemble avec

$$Z_{,}dx + Z_{,,}dx + Z_{,,,}dx + \ldots$$

devra s'évanouir.

Il faut donc trouver les valeurs des différentielles de ces divers termes, qui résultent du transport du point n en ν; et la somme de ces différentielles sera la différentielle de la formule

$$\int Z\,dx,$$

laquelle étant égalée à zéro, fournira l'équation de la courbe cherchée.

Mais parce que Z est une fonction déterminée de x et de y, sa différentielle, dZ, aura la forme

$$L\,dx + M\,dy$$

de sorte que

$$dZ = L\,dx + M\,dy.$$

Par suite, les valeurs des différentielles des diverses valeurs de Z seront

$$dZ' = L'\,dx + M'\,dy'$$
$$dZ'' = L''\,dx + M''\,dy''$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

et

$$dZ_{,} = L_{,}\,dx + M_{,}\,dy_{,}$$
$$dZ_{,,} = L\;dx + M_{,,}\,dy_{,,}$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Maintenant que les différentielles des termes

$$Z\,dx,\; Z'\,dx,\; Z''_{,}dx.\ldots$$

sont trouvées, ainsi que celles des termes

$$Z_{,}dx,\ Z_{,,}dx,\ Z_{,,,}dx,\ \ldots$$

si dans ces différentielles, à la place de dy' on met $n\nu$ et zéro à la place de toutes les autres différentielles de y, il est manifeste que le seul terme $Z'\,dx$ aura une différentielle, parce que dy' n'entre que dans sa différentielle.

Ainsi la différentielle de $Z'\,dx$ sera

$$M'dx.n\nu$$

et ce sera en même temps la différentielle de toute la formule

$$\int Z\,dx,$$

parce que les autres termes ne subiront aucune variation.

Mais au lieu de M′ nous pourrons mettre M, parce que

$$M' = M + dM$$

et que dM s'évanouit devant M.

En conséquence, on aura pour la courbe cherchée, en laquelle

$$\int Z\,dx$$

est maximum ou minimum, l'équation

$$M\,dx n\nu = 0$$

ou

$$M = 0;$$

dZ étant supposé représenté par

$$L\,dx + M\,dy.$$

Quod erat inveniendum.



FOUCHY (JEAN-PAUL GRANJEAN DE).

(Né à Paris en 1707, mort en 1788.)

Il acheta une charge d'auditeur des comptes et employa ses loisirs à la culture des Lettres et des Sciences. Ses travaux astronomiques le firent entrer, en 1751, à l'Académie des Sciences, dont il devint plus tard secrétaire perpétuel. On a de lui plusieurs *Mémoires*, insérés dans le recueil de ce corps savant, et on lui doit quelques perfectionnements de détails, quelques projets d'instruments. En 1731, il donnait aux tables une forme nouvelle et plus commode. En 1732, il proposa de déterminer la partie encore éclairée d'un satellite qui paraît complètement éclipsé parce que les rayons qui en émanent sont trop faibles; il fallait pour cela observer d'avance l'astre à travers des diaphragmes gradués, jusqu'à ce que l'ouverture fût assez petite pour que l'œil ne pût plus être impressionné. Si l'astre disparaissait quand l'objectif était réduit à une certaine fraction de son ouverture naturelle, on devait en conclure que l'éclipse paraîtrait complète lorsqu'il ne resterait plus que cette fraction de son disque en dehors du cône d'ombre. Fouchy indiqua, en 1737, une nouvelle méthode d'observation pour les passages de Mercure. Enfin, on lui doit l'idée de la méridienne du temps moyen. Ce savant a publié un volume d'*Éloges* des membres de l'Académie des Sciences (Paris, 1761, in-12).

BUFFON (GEORGES-LOUIS LECLERC, COMTE DE).

(Né à Montbard en 1707, mort à Paris en 1788.)

Son père, conseiller au Parlement de Bourgogne, lui fit faire ses études chez les jésuites de Dijon; Buffon visita le midi de la

France et l'Italie en 1730, 1731 et 1732, un peu plus tard il parcourut la Suisse et séjourna quelque temps en Angleterre.

Il fut admis à l'Académie des Sciences en 1733 et nommé à l'intendance du Jardin du roi en 1739.

Il donna en 1740 une traduction française du *Traité des fluxions*, de Newton. Nous regrettons de dire qu'il approuvait le jugement rendu contre Leibniz par la *Société royale de Londres.*

Les trois premiers volumes de l'*Histoire naturelle* parurent en 1749, les suivants leur succédèrent d'année en année jusqu'à la mort de Buffon.

Il fut admis à l'Académie française en 1753.

Il partageait son temps entre ses travaux littéraires et l'organisation du Jardin du roi, pour lequel il avait obtenu la création d'un cabinet d'Histoire naturelle, et à la splendeur duquel il ne cessa de consacrer des sommes considérables.

Il avait épousé en 1752 une jeune fille sans fortune, mais douée des plus belles qualités, qu'il perdit en 1769. « Personne, écrivait-il peu d'années après, ne fut plus malheureux que moi pendant deux ans. « Il avait eu la douleur de perdre sa fille encore enfant et il eut le malheur encore plus grand de choisir pour son fils une femme indigne. Ses dernières années furent d'autant plus tristes qu'il était plus sensible aux joies de la famille. Louis XV érigea ses terres en comté en 1772.

On sait que son *Histoire naturelle* comprend les trois règnes de la nature. Buffon s'était adjoint, pour mener à bien un si grand travail, deux collaborateurs dévoués et intelligents, Daubenton et Guéneau de Montbeillard, qui l'aidèrent puissamment. Daubenton a fait presque toutes les dissections nécessaires et les dessins.

« Ce que pensait Buffon de l'étendue des glaces australes, dit Vicq-d'Azir, Cook l'a confirmé; lorsqu'il comparait la respiration à l'action d'un feu toujours agissant; lorsqu'il distinguait deux espèces de chaleurs, l'une lumineuse et l'autre obscure; lorsque, mécontent du phlogistique de Stahl, il en formait un à sa manière; lorsqu'il créait un soufre; lorsque, pour expliquer la calcination et la réduction des métaux, il avait recours à un agent composé de feu, d'air et de lumière, il faisait tout ce qu'on pouvait attendre de l'esprit : il devançait l'observation. »

« Ses idées, dit Cuvier, sur les limites que les climats, les montagnes et les mers assignent à chaque espèce, peuvent être considérées comme de véritables découvertes; ses idées concernant l'influence qu'exercent la délicatesse et le degré de développement de chaque organe sur la nature des diverses espèces, sont des idées de génie. »

Les houillères n'étaient pour ainsi dire pas encore exploitées du temps de Buffon; voici ce qu'il en dit dans son *Histoire des minéraux*.

« Bientôt on sera forcé de s'attacher à la recherche de ces anciennes forêts enfouies dans le sein de la Terre, et qui, sous forme de matière minérale, ont retenu tous les principes de combustibilité des végétaux et peuvent les suppléer non seulement pour l'entretien des fours et fourneaux nécessaires aux arts, mais encore pour l'usage des cheminées et des poêles de nos maisons. Ce sont des trésors que la nature semble avoir accumulés d'avance pour les besoins à venir des grandes populations. »

Quoiqu'il règne naturellement un certain ordre dans le grand ouvrage de Buffon, il repoussait nettement les classifications et les nomenclatures. « Pour faire, dit-il, un système, un arrange-

ment, en un mot une méthode générale, il faut que tout y soit compris ; il faut diviser ce tout en différentes classes, partager ces classes en genres, sous-diviser ces genres en espèces et tout cela suivant un ordre dans lequel il entre nécessairement de l'arbitraire. Mais la nature marche par des gradations inconnues et, par conséquent, elle ne peut pas se prêter totalement à ces divisions, puisqu'elle passe d'une espèce à une autre espèce et souvent d'un genre à un autre genre, par des nuances imperceptibles ; de sorte qu'il se trouve un grand nombre d'espèces moyennes et d'objets mi-partie qu'on ne sait où placer et qui dérangent nécessairement le projet du système général. »

Il semble que les deux parties de la dernière phrase se contredisent un peu. Quoiqu'il en soit, et malgré les difficultés réelles que présente le choix d'une bonne classification, on n'a cependant pas renoncé à en trouver une, et il semble que les efforts qu'on fera pour y réussir ne pourront qu'aider à la découverte de lois encore inconnues, qui y seraient nécessaires.

Buffon rejetait avec raison les théories de Descartes relativement aux êtres organisés : « L'idée de ramener l'explication de tous les phénomènes à des principes mécaniques est assurément grande et belle ; ce pas est le plus hardi qu'on pût faire en philosophie, et c'est Descartes qui l'a fait. Mais cette idée n'est qu'un projet ; et ce projet est-il fondé ? Devons-nous assurer que les qualités connues de la matière soient les seules que la matière ait en effet ? »

Il regardait, de même que Leibniz, l'ensemble de chaque être organisé comme *composé de molécules organiques vivantes, indestructibles et communes à tous les êtres organisés.*

Voici comment il conçoit le développement de l'individu :

« un homme, un animal, une plante, en un mot tous les corps organisés, sont autant de moules intérieurs dont toutes les parties croissent proportionnellement; sans cela l'adulte ne ressemblerait pas à l'enfant... Et c'est par l'intussusception de la nourriture que l'animal et le végétal se développent et prennent leur accroissement sans changer de forme. »

« Se nourrir, se développer et se reproduire, dit-il encore, sont les effets d'une seule et même cause : le corps organisé se nourrit par les parties des aliments qui lui sont analogues, il se développe par la susception intime des parties organiques qui lui conviennent, et il se reproduit parce qu'il contient quelques parties organiques qui lui ressemblent. »

Il pensait que des générations spontanées peuvent se produire par la rencontre de molécules organiques vivantes qui n'auraient pas été absorbées par des êtres complets.

Il admettait que la même espèce, soumise à des conditions extérieures différentes, peut donner des genres très distincts : ainsi il fait descendre l'âne du cheval, le cochon du sanglier, le chien, le chacal, le loup et le renard d'une même souche, etc. A plus forte raison il croyait à l'identité absolue des races humaines.

« Son dernier ouvrage intitulé *Les Époques de la nature* est regardé comme le plus parfait de ceux qui sont sortis de sa plume, Voici ce qu'en dit Flourens : « Buffon devine, Cuvier démontre; l'un a le génie des vues, l'autre se donne la force des faits; les prévisions de l'un deviennent les découvertes de l'autre, et quelles découvertes! Les âges du monde marqués, la succession des êtres prouvée, les temps antiques restitués, les populations éteintes du globe rendues à notre imagination étonnée. »

Il y a un peu d'exagération dans ces éloges, mais Flourens avait un culte pour Buffon. « Il est le premier, dit-il, qui ait joint la description anatomique, c'est-à-dire intérieure, à la description extérieure des espèces. Il appela, il inspira Daubenton; il jeta, par les mains de Daubenton, les premières bases de l'Anatomie comparée et peut-être comprit-il mieux que Daubenton lui-même la portée de cette nouvelle Science. »

Ceci passe un peu les bornes : Buffon faisait si peu de cas des descriptions anatomiques de Daubenton, qui ont cependant donné à l'*Histoire naturelle* sa plus grande importance scientifique, qu'il les qualifiait de *tripailles*, et qu'il les fit disparaître des dernières éditions, sans même consulter son collaborateur.



LYONNET.

(Né à Maestricht en 1707, mort en 1789.)

Il a laissé de la chenille une merveilleuse anatomie à laquelle il a été presque impossible de rien ajouter depuis. Les trois systèmes musculaire, nerveux et respiratoire de l'animal y sont décrits avec une exactitude incomparable.

CASTILLON (JEAN-FRANÇOIS SALVEMINI DE)

(Né en 1708 à Castiglione, d'où il prit son nom, mort en 1791.)

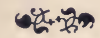
Il fut en 1751 nommé professeur de Philosophie et de Mathématiques à Utrecht, puis appelé en Prusse par Frédéric II, qui

le nomma professeur à son école d'artillerie et bientôt après directeur de la classe de Mathématiques de l'Académie de Berlin.

Il publia en 1757 une traduction en français des *éléments de physique* de Locke; en 1761, une édition de l'*Arithmétique universelle* de Newton, avec commentaires; en 1774, la vie d'Apollonius de Tyanes.

Castillon est connu dans la Science pour avoir trouvé le premier une solution du fameux problème de Pappus : inscrire dans un cercle un triangle dont les côtés passent par trois points donnés. Pappus ne l'avait résolu que dans le cas où les trois points seraient en ligne droite; la solution de Castillon se trouve dans les Mémoires de l'Académie de Berlin pour 1776.

Ce problème a depuis occupé Euler, Lagrange, Carnot, qui en ont donné de nouvelles solutions. Giordano di Oltaiano, Lhuilier, Brianchon, Gergonne, Servais, Rochat et enfin le général Poncelet ont successivement étendu la question à un polygone d'un nombre quelconque de côtés, puis substitué une conique au cercle.



PERRONNET (JEAN-RODOLPHE).

(Né à Suresnes en 1708, mort à Paris en 1794.)

Chargé à dix-sept ans de diriger plusieurs constructions importantes, il s'en acquitta assez bien pour être nommé, en 1747, directeur de l'École des ponts et chaussées, qui venait d'être fondée. Par la suite, il devint inspecteur général des salines (1757-1786). C'est lui qui a dressé les plans des ponts de Neuilly, de Nemours, de Pont-Sainte-Maxence, de la Concorde, à Paris, et

qui en a surveillé la construction. Ce sont les premiers auxquels on ait donné des tabliers horizontaux. C'est aussi Perronnet qui a construit le canal de Bourgogne, le grand égout de Paris, l'abreuvoir du quai des Tuileries, etc.

Ses travaux et projets ont été publiés en 1782, aux frais du Gouvernement.

Perronnet traça, en outre, 600 lieues de routes, forma un nombre immense d'ingénieurs et inventa diverses machines ingénieuses : un camion prismatique se déchargeant de lui-même, une drague pour curer les ports et les rivières, une double pompe à mouvement continu, etc.

Il était membre de l'Académie des Sciences, de la Société royale de Londres et de toutes les grandes Académies de l'Europe. Son buste, ses modèles et sa bibliothèque enrichissent la collection de l'École des ponts et chaussées. On a de lui de remarquables mémoires qui n'ont pas cessé d'être consultés par les praticiens : *Description des projets et de la construction des ponts de Neuilly, de Mantes, d'Orléans et autres, etc.* (Paris, 1782-1789, 3 vol. in-fol.) ; *Mémoire sur la recherche des moyens qu'on pourrait employer pour construire de grandes arches de pierre jusqu'à* 500 *pieds d'ouverture* (Paris, 1793) ; *mémoire sur le cintrement et le décintrement des ponts*, (Paris, 1809). La Société royale de Londres a fait placer dans le local de ses séances, près du buste de Franklin, le buste de Perronnet, qui fut pour les ponts et chaussées un de ces génies créateurs dont l'apparition fait époque.



MARGGRAF (ANDRÉ-ISGISMOND).

(Né à Berlin en 1709, mort à Berlin en 1782.)

Fils d'un apothicaire de la cour de Prusse; il fut nommé à vingt-neuf ans membre de l'Académie de Berlin et directeur de la classe de Philosophie expérimentale de cette Société. Quelque temps après l'Académie des Sciences de Paris le nomma associé étranger.

On lui doit d'importantes découvertes : il débuta par donner une méthode beaucoup plus simple que celle dont on se servait alors, pour préparer le phosphore. Au lieu de l'extraire de l'urine, il le tira des phosphates qu'elle renferme en distillant leur mélange avec de la poussière de charbon; il prouva le premier que la base de l'alun est une terre argileuse ; il découvrit la magnésie et donna les moyens de distinguer la potasse de la soude.

Il inséra en 1745, dans les Mémoires de l'Académie de Berlin, un mémoire intitulé : *Expériences chimiques faites en vue de tirer un sucre véritable de diverses plantes qui croissent dans nos contrées;* il établit dans cet ouvrage que, parmi les plantes indigènes, les plus riches en sucre sont la betterave et la carotte; que le sucre existe tout formé dans ces plantes; qu'on peut l'en extraire en desséchant ces racines et les faisant bouillir dans de l'esprit-de-vin qui le dissout d'abord et le laisse, une fois refroidi, déposer sous forme cristalline. C'est le blocus continental qui tira ce mémoire de l'oubli, bien que l'auteur eût annoncé que sa découverte devait produire une révolution dans l'industrie.

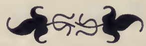
Marggraf découvrit l'acide phosphorique et en fit connaître les principales propriétés; il indiqua le moyen d'extraire le zinc de son minerai, de dissoudre l'argent et le mercure dans les acides

végétaux, de réduire l'argent sans perte, par la voie humide; il découvrit le manganèse, fit connaître les principales propriétés du platine et donna les analyses du Lapis-Lazuli et de la topaze de Saxe.

Il fit connaître le musc artificiel, la laque rouge des peintres et l'acide formique; étudia la composition des eaux de puits et de rivière, du spath fluor des calculs urinaires, etc.

Il indiqua les principaux moyens de distinguer les uns des autres les sels de potasse et de soude formés avec un même acide.

Il rendit à la Chimie le service de la débarrasser enfin de tout le fatras philosophique et de l'attirail de secrets, de mystères, de formules magiques, qui rappelaient encore de son temps la science hermétique.



ZANOTTI (EUSTACHE).

(Né à Bologne en 1709, mort dans la même ville en 1782.)

Il étudia l'Astronomie sous Manfredi qu'il suppléa en 1729 et à qui il succéda en 1739. Il devint en 1779 président de l'Académie de Bologne; il était membre correspondant des Académies de Berlin, de Londres et de Cassel. Il restaura en 1779 le gnomon de San-Petrono que Cassini avait fait établir dans sa jeunesse et qui s'était dérangé par suite de la flexion d'une barre de fer. Il travailla aux calculs relatifs à la détermination de la parallaxe du soleil, au moyen des observations faites par Lacaille au Cap de Bonne-Espérance.



VAUCANSON (JACQUES DE).

(Né à Grenoble en 1709, mort à Paris en 1782.)

Le génie des mécanismes se révéla chez lui dès l'âge le plus tendre. On cite de son enfance des faits évidemment exagérés dans les détails, mais qui reposent, sans doute, sur un fond de réalité. L'examen d'une horloge à laquelle il ne pouvait toucher lui aurait suffi pour en construire une en bois, qui marquait assez exactement les heures. Il aurait exécuté, pour une chapelle d'enfants, de petits anges qui agitaient leurs ailes et des prêtres automatiques qui accomplissaient divers mouvements. Comme on parlait en sa présence de la nécessité d'une machine hydraulique pour donner de l'eau à Lyon, il en imagina, dit-on, une qu'il fut bien surpris de retrouver, en arrivant à Paris, à la Samaritaine du Pont-Neuf.

Vaucanson se livra pendant quelques années à des études régulières et approfondies sur l'Anatomie, la Mécanique et la Musique.

Il commença ensuite cette série de chefs-d'œuvre automatiques qui ont rendu son nom si populaire : le *Joueur de flûte*, le *Joueur de tambourin et de galoubet*, le *Joueur d'échecs*, les *Canards*, qui barbotaient, allaient chercher le grain, l'avalaient, de telle façon qu'il subissait dans leur corps une sorte de trituration imitant la digestion animale.

Son joueur de flûte était de grandeur naturelle; il était assis et porté sur un piédestal de 4 pieds $\frac{1}{2}$ de hauteur sur 3 pieds $\frac{1}{2}$ de largeur. Les panneaux supérieurs de six soufflets, reposant sur le fond du piédestal, étaient successivement soulevés par des cordes passées dans des gorges disposées en excentriques le long

d'un axe horizontal placé au-dessus. Des poids convenables tendaient constamment à rabaisser ces panneaux, de façon à obliger l'air introduit à s'échapper dans des tuyaux qui se réunissaient en un seul conduisant à la bouche de l'automate. Les lèvres du flûteur pouvaient s'ouvrir plus ou moins, s'approcher ou s'éloigner du trou de la flûte, et une petite languette mobile permettait encore d'ouvrir complètement ou de fermer en partie le passage laissé à l'air par l'ouverture des lèvres. Les doigts, terminés par des bouts en peau, pouvaient fermer ou laisser ouverts les différents trous de la flûte. Ces différents mouvements se transmettaient à l'aide de chaînes d'acier tirées par des leviers, sur lesquels venaient agir, par les extrémités opposées, des lames élastiques fixées à un arbre animé d'un mouvement continu de rotation et transporté en même temps dans la direction de son axe par un jeu de vis, de sorte qu'à chaque tour la même lame, fixée au cylindre, pût produire un effet nouveau.

Le joueur de tambour, habillé en berger, était porté droit par son piédestal; il jouait une vingtaine d'airs, menuets, rigodons ou contredanses. Le mécanisme était à peu près pareil à celui du joueur de flûte.

Le cardinal de Fleury, sentant tous les services qu'on pouvait tirer, pour le progrès des arts industriels, d'un génie capable d'aussi admirables combinaisons, lui confia l'inspection des manufactures de soie. Il ne tarda pas à perfectionner plusieurs machines employées dans cette industrie, notamment le moulin à organsiner, un métier à tisser les étoffes façonnées, des machines à apprêts, etc., dont les modèles sont au Conservatoire des arts et métiers. S'étant attiré par ses simplifications la haine des ouvriers en soie de Lyon, il construisit pour se venger, épigramme de

génie et chef-d'œuvre de mécanique, une machine au moyen de laquelle un âne exécutait une étoffe à fleurs. Il fit encore pour la représentation de *Cléopâtre*, de Marmontel, un aspic qui s'élançait en sifflant sur le sein de la reine d'Égypte. Tout le monde connaît cette réponse d'un plaisant du parterre, consulté sur le mérite de cette tragédie médiocre : « Je suis de l'opinion de l'aspic. »

En 1746, Vaucanson avait été reçu membre de l'Académie des Sciences. La collection de machines qu'il avait formée avait été par lui léguée à la reine. Mais cette princesse ne paraît pas avoir fait grand cas de ce legs précieux, dont les pièces furent dispersées et pour la plupart perdues pour la France. L'Allemagne a longtemps possédé les automates les plus célèbres, le flûteur, le joueur d'échecs, etc.

MARALDI (JEAN-DOMINIQUE) neveu de JACQUES-PHILIPPE.

(Né dans le comté de Nice en 1709, mort en 1788.)

Il fut nommé astronome adjoint à l'Observatoire de Paris en 1731, associé à l'Académie des Sciences en 1733, pensionnaire en 1758 et vétéran en 1772.

Il débuta par des observations heureuses sur les satellites de Jupiter, dont il détermina plus tard assez exactement les diamètres, les inclinaisons, etc.

Il proposa en 1736 une méthode ingénieuse et simple pour former directement et par le calcul les tables de réfraction. « Cette méthode, dit Delambre, est géométriquement exacte, mais elle est plus curieuse qu'utile et je ne connais aucun astronome qui l'ait employée, pas même l'auteur. » On est tout

étonné qu'elle n'ait pas été mise en pratique de tout temps, car elle se présente si naturellement que je l'ai réinventée en 1853, lorsque je me suis trouvé chargé d'un cours de Cosmographie.

Cette méthode consiste à faire porter exclusivement les observations sur l'étoile qui passe exactement au zénith du lieu. (Il n'est pas difficile de trouver, dans un très petit rayon, un poste d'observation tel qu'une étoile assez brillante passe à son zénith, et assez rapproché de l'observatoire pour que la table des réfractions puisse être considérée comme applicable à cet observatoire). Lorsque cette étoile se trouve à une hauteur apparente égale à la hauteur apparente du pôle, elle forme avec le pôle et le zénith un triangle équilatéral dont on connaît l'angle formé au point zénithal. En résolvant ce triangle on a la distance zénithale vraie du pôle. A quelque hauteur qu'on observe ensuite la même étoile, on connaît, dans le triangle qu'elle forme alors avec le pôle et le zénith, la distance ZP vraie, l'angle PZE et la distance EP vraie, qui est égale à ZP. En résolvant ce triangle on a la distance ZE vraie, en la comparant à la distance observée, on a la réfraction.

Maraldi est l'un des premiers astronomes français qui calculèrent les orbites des comètes suivant la bonne méthode. « Il fut dit Delambre, un astronome laborieux et estimable : observateur assidu de tous les phénomènes, il ne se contentait pas de les calculer, il cherchait à les faire servir à perfectionner la théorie, et son nom sera toujours cité avec honneur.



LEPAUTE (JEAN-ANDRÉ)

(Né près de Montmédy en 1709, mort à Saint-Cloud en 1789.)

Il a construit les horloges du Luxembourg, des Tuileries, du

Palais-Royal et du Jardin des Plantes, ainsi que des pendules pour la plupart des observatoires d'Europe. Il était très lié avec Lalande. Il a laissé sur l'horlogerie plusieurs ouvrages dont l'un en contient l'histoire.

Sa femme, Nicole-Reine Etable de Labrière, l'aida dans la rédaction de ses ouvrages. Elle était très versée en Astronomie; c'est elle qui, avec le concours de Lalande, fit les calculs numériques nécessaires pour obtenir, d'après les formules de Clairaut, l'époque du retour de la comète de Halley; elle a laissé plusieurs ouvrages relatifs à l'Astronomie.

Lepaute (Jean-Baptiste) frère de Jean-André vint le rejoindre à Paris et devint son associé. A son tour il appela près de lui ses neveux Pierre-Henri et Pierre-Basile avec lesquels il construisit les horloges de l'Hôtel-de-Ville et des Invalides.

Pierre-Basile est l'inventeur du *remontoir d'égalité* qu'il adapta à la pendule astronomique de l'Observatoire de Paris. Son fils a exécuté l'horloge de la Bourse de Paris.



SIMPSON (THOMAS).

(Né à Bosworth en 1710, mort à Londres en 1761.)

Son père, pauvre tisserand, lui enseigna son métier et voulut réprimer en lui la passion de l'étude. Simpson s'enfuit alors à Nimeaton et vécut longtemps dans la misère, augmentant peu à peu ses connaissances et exerçant pour vivre tantôt son premier métier, tantôt celui de nécromancien.

Il finit par se fixer à Londres où il devint professeur de Mathé-

matiques à l'Académie de Woolwich et membre de la Société royale de Londres.

On a de lui : *Nouveau traité des fluxions* (1737); *Traité sur la nature et les lois de la probabilité* (1740); *Traité d'Algèbre* (1745); *Traité de Géométrie* (1747); *Trigonométrie rectiligne et sphérique* (1748); *Exercices de Mathématiques* (1752); enfin *Mélanges* (1757). Il a apporté d'importantes simplifications au calcul des sinus et cosinus; la formule dont on se sert pour ce calcul porte son nom.

BERNOULLI (JEAN, frère de DANIEL)

(Né à Bâle en 1710, mort en 1790.)

Il professa successivement à Bâle l'éloquence et les Mathématiques, fut trois fois couronné par l'Académie des Sciences de Paris pour ses mémoires sur le calorique, sur les aimants et sur les lois de la propagation de la lumière et devint membre des Académies de Paris et de Berlin.

Il eut deux fils, Jean et Jacques, qui suivirent également la carrière scientifique.

BOSCOWICH (ROGER-JOSEPH)

(Né à Raguse en 1711, mort à Milan en 1787.)

Élève des jésuites de Rome, il entra de bonne heure dans la compagnie, professa les Mathématiques et la Philosophie au collège romain et à Pavie, et fut chargé de nombreuses missions scientifiques ou diplomatiques, soit par la cour de Rome, soit par

l'empereur et d'autres souverains. En 1742, il fut désigné par le pape, concurremment avec Thomas Le Sueur et Jacquier, pour chercher les moyens de soutenir la coupole de Saint-Pierre, qui menaçait de s'écrouler; huit ans plus tard, il parcourut avec Ch. Maire les Etats de l'Eglise pour en dresser la carte trigonométrique, et il mesura deux degrés du méridien. En 1766, il fit paraître un projet pour l'assainissement des marais Pontins.

Boscowich voyagea beaucoup : en Angleterre, il apprit la Philosophie de Newton, qu'il propagea un des premiers en Italie. Vers 1760, il était à Constantinople, où il avait accompagné l'ambassadeur de Venise, et de là il se rendit en Pologne. Après la suppression de l'ordre des jésuites, il fut accueilli par le grand-duc de Toscane, qui lui donna une chaire à l'université de Pavie; mais peu de mois après, il fut appelé à Paris par Louis XVI (1774) et nommé directeur de l'optique de la marine, avec un traitement de 8,000 livres. Il s'occupa beaucoup à cette époque de recherches sur l'optique, notamment sur la théorie des lunettes achromatiques. Boscowich mourut entouré de la considération universelle.

Il mérita, par ses connaissances et ses beaux travaux, d'être nommé membre des principales académies de l'Europe : l'Académie des Arcades de Rome, la Société royale de Londres, l'Académie des Sciences de Paris.

On a de lui plus de soixante-dix ouvrages sur l'Astronomie, la Physique, l'Optique, etc. Les principaux sont : *De maculis solaribus* (Rome, 1736), où se trouve la première solution géométrique du problème de l'équateur d'une planète déterminé par trois observations d'une tache; *Philosiphiæ naturalis theoria reducta ad unicam legem, etc.* (Vienne, 1758, in-4°), où il

expose ses idées ingénieuses sur le système de l'univers, s'efforce d'expliquer par un seul principe tous les phénomènes de la nature et cherche à concilier et à compléter les systèmes de Newton et de Leibnitz; *Opera pertinentia ad Opticam et Astronomiam, etc.* (Bassano, 1785, 5 vol. in-4); *Elementa universæ Matheseos* (1753, 3 vol. in-4°); *Traité sur les télescopes dioptriques* (1755, in-4°); *Voyage astronomique dans l'Etat de l'Eglise* (1755, in-4°), dont l'édition latine contient la carte trigonométrique des Etats du pape; *De solis ac lunæ defectibus* (1760, in-4°), excellent poème latin sur les éclipses; *Journal d'un voyage de Constantinople en Pologne* (1772), traduit en français, etc.

Boscowich est surtout connu pour l'invention de son diasporamètre, prisme à angle variable dont on se sert pour déterminer la condition d'achromatisme du système de deux lentilles, l'une biconvexe et l'autre biconcave, formées de deux verres de natures différentes, connues.

Voici d'abord la théorie de Boscowich, relativement à la question elle-même de l'achromatisme : si les rayons de courbure des deux faces de la lentille convergente sont r et r', que ceux des deux faces de la lentille divergente qui achromatise la première soient r et x, enfin que A et A′ soient les angles de deux prismes, formés des mêmes verres, qui s'achromatiseraient mutuellement, on aura

$$\frac{A}{A'} = \frac{\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}}{\frac{1}{r'} + \frac{1}{x}}$$

formule d'où l'on tirerait x si l'on connaissait $\frac{A}{A'}$.

D'un autre côté, si l'on prend deux prismes formés des deux

substances considérées, mais dont les angles soient quelconques, B et B′, qu'on les achromatise successivement avec un prisme à angle variable, formé d'une autre substance, et que α et α' soient les angles qu'il faille donner à ce troisième prisme pour obtenir des deux parts l'achromatisme, on aura pour le rapport cherché $\frac{A}{A'}$ la valeur

$$\frac{A}{A'} = \frac{B}{B'}\frac{\alpha'}{\alpha}.$$

C'est l'établissement de cette théorie qui constitue le mérite de Boscowich ; quant à son diasporamètre, il le formait en creusant, sur l'une des faces d'un parallélipipède rectangle en verre, un sillon demi-cylindrique, qu'il remplissait exactement par un demi-cylindre formé du même verre : en faisant tourner ce demi-cylindre autour de son axe, on pouvait donner à l'angle de sa face plane avec la face opposée du parallélipipède telle ouverture que l'on voulait.

MM. Rochon et Brewster ont modifié de façons avantageuses la disposition du diasporamètre ; mais la théorie en est toujours celle de Boscowich.



JACQUIER (FRANÇOIS).

(Né à Vitry-le-François en 1711, mort en 1788.)

Il entra dans l'ordre des Minimes et passa en Italie, où il devint professeur de Mathématiques au Collège-Romain.

Les *Elementi di Perspettiva*, qu'il publia en 1755, contiennent une démonstration élégante de ce théorème, que Newton s'était borné à énoncer dans son *Enumeratio linearum tertii ordinis*,

que toutes les courbes du troisième degré peuvent être considérées comme les perspectives de trois d'entre elles.

Jacquier a publié plusieurs autres ouvrages importants, notamment : *Isaaci Newtoni philosophiæ naturalis principia mathematica*, avec commentaires (1739-1742).

PINGRÉ (ALEXANDRE-GUI).

(Né à Paris en 1711, mort en 1796.)

Génovéfain, il professa d'abord la Théologie; mais, appelé à Rome pour contribuer à y fonder une Académie des Sciences, il se livra à l'étude de l'Astronomie et s'acquit bientôt une juste célébrité. Il devint successivement correspondant, puis associé libre de l'Académie des Sciences de Paris, bibliothécaire de Sainte-Geneviève et chevalier de l'Université. On lui établit un petit observatoire dans l'abbaye de Sainte-Geneviève.

Il détermina les orbites de vingt-quatre comètes et calcula les éclipses des dix siècles qui ont précédé l'ère chrétienne, dans le but de faciliter la chronologie ancienne. Il fit deux voyages, l'un à l'île Rodrigue, en 1760, et l'autre à Saint-Domingue, en 1769, pour observer les passages de Vénus sur le Soleil.

Il écrivit une histoire de l'Astronomie depuis Tycho-Brahé, qui n'a pas été publiée, et un remarquable traité des Comètes, intitulé *Cométographie*, qui a paru en 1783.

Les manuscrits de Pingré sont conservés à la Bibliothèque Sainte-Geneviève, ils ont été étudiés par M. Charles Henry et analysés dans un travail qui va paraître et qui contiendra des lettres inédites de plusieurs savants, entre autres Laplace.

KŒNIG (SAMUEL).

(Né à Buedingen en 1712, mort à La Haye en 1757.)

Elève de Jean Bernoulli et de Wolff; il eut lui-même pour élève la marquise du Châtelet. Il était l'ami de Voltaire et de Réaumur. Il fut membre des Académies de Berlin, de La Haye, de Gœttingue, et correspondant de l'Académie des Sciences de Paris.

Sa querelle avec Maupertuis au sujet du principe de la moindre action, fut fatale à l'un et à l'autre. Kœnig ayant prétendu que Leibniz avait eu connaissance du principe, et ayant cité à l'appui de son dire une lettre du grand géomètre, qui ne s'est pas retrouvée, Maupertuis fit juger par l'Académie de Berlin que la lettre avait été supposée, et Kœnig fut obligé de donner sa démission; mais Maupertuis resta écrasé sous le ridicule dont Voltaire le couvrit dans sa *Diatribe du docteur Akakia*, où il trouva moyen de se surpasser en malice. Frédéric et Euler prirent le parti de Maupertuis, mais le pauvre président n'en resta pas moins écrasé sous un ridicule ineffaçable.

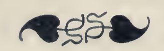


JALLABERT (JEAN).

(Né à Genève en 1712, mort en 1768.)

Fils d'un pasteur protestant du Languedoc, émigré après la révocation de l'édit de Nantes, et pasteur lui-même, il succéda en 1752 à Cramer, dans sa chaire de Mathématiques, devint conseiller d'État et enfin syndic de Genève.

Entre autres ouvrages, il a publié à Genève, en 1748, un opuscule intitulé : *La guérison d'un paralytique par l'Électricité.*



DE GUA DE MALVES.

(Né à Carcassonne en 1712, mort à Paris en 1785.)

Sa famille avait été enlacée dans les affaires de Law et ruinée.

N'ayant point de carrière devant lui, il entra dans l'Église, se fit conférer un bénéfice ecclésiastique et se rendit à Paris, dans l'intention de se livrer à l'étude de la Philosophie, des Sciences et surtout de l'Économie politique, qui était de tradition dans sa famille. Il débuta, en 1740, par un ouvrage intitulé : *Usage de l'analyse de Descartes, pour découvrir, sans le secours du calcul différentiel, les propriétés des lignes géométriques de tous les ordres* (1 vol. in-12). Cette publication lui ouvrit les portes de l'Académie des Sciences, où il fut admis dans la classe de Géométrie. En 1743, il succéda à Privat de Molière, comme professeur de Philosophie au Collège de France, mais il ne conserva cette chaire que fort peu de temps. Il conçut ensuite le projet de publier une *Encyclopédie* dans le genre de celle que Chambers venait de faire paraître en Angleterre; il eut même un moment l'intention de traduire celle de Chambers, mais il y renonça en présence des imperfections nombreuses qu'il ne tarda pas à y découvrir. Dans le dessein d'en éditer une entièrement rédigée par des savants français, il s'adjoignit un grand nombre d'entre eux et plusieurs artistes qui se chargeraient des dessins dont cette grande œuvre devait être illustrée. Mais sa notoriété n'était pas assez considérable pour que les libraires qui devaient faire les frais de l'entreprise eussent en lui et dans le succès de l'*Encyclopédie* une confiance entière. Il en résulta des tiraillements qui y firent renoncer de Gua. Toutefois l'idée n'était pas perdue, elle fut recueillie par Diderot et d'Alembert.

Le seul souvenir qu'ait laissé de Gua dans la mémoire des

savants se rapporte au théorème de Descartes, connu sous le nom de *règle des signes.* On sait que Descartes n'avait donné de cet important théorème qu'une démonstration en quatre lignes, qui n'avait pas été très bien saisie. Harriot et Wallis, en Angleterre, Rolle, en France, avaient non seulement attaqué la démonstration, mais contesté la réalité du fait indiqué par l'énoncé. De Gua donna du théorème une démonstration interminable, qui contrastait singulièrement avec les quelques mots que Descartes avait jugés suffisants; mais il y ajouta une remarque fort intéressante et généralement peu connue.

On sait que l'absence d'un terme entre deux termes de même signe, dans une équation ordonnée, indique, d'après le théorème de Descartes, la présence de deux racines imaginaires; mais, comme l'annulation du coefficient du terme manquant ne correspond pas à l'égalité de deux racines, il en résulte que les deux racines arrivées à l'état imaginaire, au moment où le terme considéré manquait, devaient avoir déjà cessé d'être réelles un peu avant que ce terme disparût. Il s'agissait donc de savoir si l'on pourrait assigner à ce coefficient une limite inférieure, dépendant des valeurs des coefficients des termes voisins, au-delà de laquelle on pût affirmer que deux racines de l'équation seraient nécessairement imaginaires. C'est ce que fit de Gua. Il trouva qu'il existait au moins un couple de racines imaginaires dans une équation, lorsque le carré du coefficient du terme du milieu est inférieur au produit des coefficients des deux autres termes.

Ce qu'il y avait de piquant dans cette démonstration, c'est que de Gua, pour l'établir, se servait d'un théorème de Rolle, à qui précisément il répondait, et qu'il ajoutait ainsi de nouvelles

preuves du théorème de Descartes en se servant des armes qui attaquaient ce théorème.

On démontre le théorème de de Gua, plus aisément qu'il ne l'avait fait, en faisant disparaître par dérivation tous les termes de l'équation qui suivent les termes que l'on considère, passant ensuite à l'équation aux inverses des racines de la dernière équation obtenue et dérivant de nouveau, de façon à faire encore disparaître les termes qui suivent ceux que l'on considère. On tombe ainsi sur une équation du second degré qui devrait avoir ses deux racines réelles, si l'équation proposée avait toutes ses racines réelles. La condition pour que l'équation du second degré à laquelle on arrive ait ses racines réelles, fournit, pour le terme moyen, une limite inférieure de la valeur qu'il doit avoir pour que l'équation proposée ait toutes ses racines réelles.

Le théorème de de Gua constitue un corollaire très important du théorème de Descartes.

Malheureusement rien ne prouvait que dans le cas où plusieurs groupes de trois termes présenteraient séparément la condition d'imaginarité, pour deux racines au moins, on put en conclure que l'équation proposée dût avoir autant de couples de racines imaginaires qu'il y avait de ces groupes.

Nous avons dit, à propos de Newton, que M. Désiré André vient de donner un autre théorème qui comble à peu près cette lacune.



L'ABBÉ DE LACAILLE (NICOLAS-LOUIS)

(Né à Rumigny, près Rosoy, en 1713, mort à Paris en 1762.)

Son père, capitaine des chasses de la duchesse de Vendôme,

l'avait placé au collège de Lisieux, à Paris; mais il mourut peu de temps après. Le duc de Bourbon se chargea généreusement du soin de faire poursuivre ses études au jeune orphelin. Lacaille voulait se vouer à l'état ecclésiastique; il commença son cours de Théologie et fut même ordonné diacre; de petites tracasseries le firent renoncer à son premier projet. Son goût pour les Sciences s'était, du reste, déjà développé; il s'était initié de lui-même à l'Astronomie.

Fouchy dit qu'en 1736 « il l'avait trouvé tellement avancé, qu'il avait peine à comprendre comment, seul et sans secours, un jeune homme de vingt-trois ans pouvait avoir été si loin. » Il le présenta à J. Cassini, qui lui donna un logement à l'Observatoire. Maraldi le prit aussitôt en amitié et se l'associa (1738) pour le tracé géographique des côtes de France, depuis Nantes jusqu'à Bayonne. Presque immédiatement après (1739), Lacaille fut adjoint à la commission chargée de la vérification de la méridienne, et fit presque seul tout le travail, qui dura deux ans. Il fut nommé, vers la même époque, à la chaire de Mathématiques du collège Mazarin. On lui fit construire, en 1743, dans ce même collège, un petit observatoire, près du dôme; il en jouit jusqu'à sa mort.

Il était membre de l'Académie des Sciences depuis 1741, et la gloire qu'il s'était déjà acquise lui avait rendu possible, en 1750, la tâche de déterminer le gouvernement français à pensionner une expédition scientifique au Cap de Bonne-Espérance. Au moment de partir, Lacaille adressa à tous les astronomes de l'Europe l'avis suivant : « Depuis peu, j'ai eu l'honneur d'être reçu parmi les astronomes de l'Académie royale des Sciences ; j'ai entrepris et suivi un long travail sur les étoiles visibles sur l'ho-

rizon de Paris. L'Académie, ayant souhaité que cet ouvrage fût complété en observant de la même manière les étoiles australes, et que les observations en fussent faites dans un lieu où l'on pût en même temps déterminer la parallaxe de la Lune, et à l'occasion de l'opposition de Mars périgée, et de la conjonction inférieure de Vénus, faire de nouvelles tentatives pour établir la parallaxe du soleil, j'ai reçu des ordres du roi pour aller passer une année au Cap de Bonne-Espérance, avec l'agrément des états généraux de Hollande. Mais parce qu'on ne peut parvenir à la détermination exacte des parallaxes que par des observations concertées et faites en même temps aux deux extrémités d'un arc du méridien, j'invite tous les astronomes, fournis des instruments convenables, à prendre part à ces recherches si intéressantes pour les progrès de l'Astronomie et de la navigation. Halley pensait que, par le passage de Vénus en 1761, on pourrait connaître la parallaxe du soleil à $\frac{1}{500}$ près; mais, quelque déférence que j'aie pour les sentiments de ce grand homme, cette précision me paraît absolument impossible. » Il conclut en excitant les Astronomes à profiter en tout cas de l'occasion qu'offrait le passage de 1751.

Lacaille ne se contenta pas de remplir la mission dont il avait été chargé au Cap; il fit encore aux îles de France et de Bourbon des observations utiles sur l'inclinaison et la déclinaison de l'aiguille aimantée, la longueur du pendule, les réfractions, etc. Il ne rentra en France qu'en 1754.

Il se rendait à son observatoire dès le coucher du soleil et n'en sortait qu'après son lever. L'excès de travail est sans doute pour beaucoup dans sa mort prématurée.

« Personne plus que Lacaille n'a mérité, dit Delambre, l'éloge que Ptolémée faisait d'Hipparque en lui donnant les surnoms

d'*ami du travail et de la vérité.* Réservé, modeste et désintéressé il était tout entier à ses devoirs et à ses occupations. Lalande dit qu'il a fait à lui seul plus d'observations et de calculs que tous les Astronomes ses contemporains. Personne, en effet, n'a été si bon ménager de son temps. On en cite des exemples étonnants. Ainsi, après avoir mesuré une base de 7,000 toises durant un long jour d'été, il était, quelques heures après, à 8 lieues de là, à prendre des distances d'étoiles au zénith. Du reste, à une extrême célérité dans les observations et les calculs, il joignait une grande adresse et beaucoup de sûreté.

« Ses manuscrits, comparés à ses ouvrages imprimés, attestent partout, ajoute Delambre, cette véracité qui devrait être toujours la première qualité de l'observateur. Appelé, par un concours singulier de circonstances, à refaire ou à vérifier de nouveau une partie de ses ouvrages, nous dirons qu'après avoir revu avec le plus grand soin toutes ses étoiles, du moins celles qui sont visibles à Paris, qu'après avoir fait de longues recherches sur les réfractions, construit de nouvelles tables du Soleil, mesuré la méridienne de France et tenu entre les mains, pendant plusieurs années, ses manuscrits, jamais nous n'avons fait un pas sur ses traces sans éprouver un redoublement d'estime et d'admiration pour un savant qui sera à jamais l'honneur de l'Astronomie française. »

Lacaille n'avait de revenu que son traitement de professeur, une petite pension de 500 livres que lui faisait l'Académie et le peu que pouvait lui rapporter son titre de diacre d'office à la chapelle du collège Mazarin. Cependant il fit imprimer à ses frais ses traités élémentaires pour pouvoir les donner à un prix moins élevé à ses élèves du collège Mazarin. Il calcula pour un

libraire dix années d'éphémérides, pour payer les frais d'impression de ses *Fundamenta Astronomiæ,* de ses *Tables solaires* et de son *Catalogue des étoiles australes,* qui, tirés à un petit nombre d'exemplaires, furent distribués aux grandes bibliothèques et aux astronomes. Il avait reçu du ministère 10,000 livres pour son expédition au Cap; n'en ayant dépensé que 9,145, il rapporta le reste au Trésor. Les employés, qui n'avaient pas de colonnes préparées pour les restitutions, ne voulaient pas recevoir l'excédent.

Lacaille a inséré un grand nombre de mémoires dans le recueil de l'Académie des Sciences, et publié à part des ouvrages séparés très nombreux et très étendus. Nous commencerons par les mémoires, en suivant l'ordre des dates.

Le premier est de 1741; c'est une étude sur un mémoire de Côtes relatif à la Trigonométrie sphérique. Lacaille y prélude à ses longs et beaux travaux, en donnant des formes plus commodes aux formules usuelles.

En 1742 et 1743, il publie des observations nombreuses et suivies de deux comètes. Il se prépare à résoudre enfin complètement le problème jusqu'alors si difficile de la marche de ces astres.

Le volume de 1744 contient encore de lui un grand mémoire sur les projections en général et l'application de sa méthode à la détermination des circonstances d'une éclipse.

On trouve, dans le volume de 1746, un premier mémoire *sur les observations et la théorie des comètes qui ont paru depuis le commencement de ce siècle.* « En examinant, dit Lacaille, ce qui a été écrit sur cette matière depuis l'édition des *Principes,* de Newton, on voit que Halley a été presque le seul qui ait mis ses méthodes en pratique. Depuis 1705, il a paru, entre autres,

sept belles comètes, et nous n'avons eu la théorie que de deux d'entre elles, due à Bradley. La comète de 1742 engagea les astronomes et les géomètres à tâcher de dissiper les *prétendues difficultés de calcul* de la théorie de ces astres, et un grand nombre y ont travaillé avec succès. La comète qui a paru en 1743 fit faire de nouveaux efforts, et plusieurs astronomes, après avoir réussi à en trouver la théorie, ont pensé à calculer celle des autres comètes qui ont paru depuis le commencement du siècle. Animé par tant d'exemples, et pour remplir utilement les heures de loisir que le mauvais temps ne donne que trop souvent aux observateurs, je me suis proposé le même objet, persuadé qu'il ne peut être trop manié et que rien ne donne plus de confiance aux éléments d'une théorie que lorsqu'on remarque que les astronomes de différents pays s'accordent dans les résultats de leurs calculs. » Nous avons cité ce préambule pour montrer quelle est la modestie de Lacaille, car c'est à lui qu'on doit la première méthode à la fois expéditive et sûre pour le calcul des orbites des comètes. Par cette méthode, qui, dit-il, « se présente si naturellement qu'il ne croit pas pouvoir se faire un mérite de l'avoir suivie le premier, » il réduisait à deux heures (trois ou quatre pour un calculateur moins habile que lui) le temps nécessaire pour calculer complètement une orbite. « Il faut bien, dit Delambre, se résoudre à y trouver quelque mérite, puisqu'elle ne s'était présentée à aucun de ceux qui avaient calculé des orbites de comètes avant lui. Ce mémoire est sans contredit la seule chose intelligible qu'on eût encore présentée aux calculateurs sur la théorie des comètes. Après sa publication, on peut bien parler des *prétendues difficultés* du problème; elles n'étaient que trop réelles auparavant. »

Le volume de 1749 contient un mémoire sur les observations de Walthérus et de Régiomontan. C'est dans la comparaison des faits à la fin du xve siècle et à son époque que Lacaille *découvre, le premier, le mouvement de la ligne des apsides de l'orbite terrestre.* Il le fait trop fort de deux secondes par an. Il donne aussi pour l'année la valeur de $365^j 5^h 48^m 46^s$, résultat d'une très grande précision.

Il donne, en 1750, sur la théorie du Soleil, deux mémoires contenant la rectification de la plupart des éléments. Un troisième, sur le même sujet, publié à son retour du Cap, se trouve dans le volume de 1755.

Le même volume de 1755 contient un grand et important travail *sur les réfractions astronomiques et la hauteur du pôle à Paris.* « Nous avons, sur les réfractions, un grand nombre de recherches géométriques et physiques; mais on n'a publié jusqu'ici aucune observation propre à les déterminer directement. Ne doit-on pas avoir une espèce de dépit de s'être donné beaucoup de peine pour éviter deux ou trois secondes d'erreur dans une hauteur de 30°, et de voir qu'il se trouve plus de trente secondes d'incertitude dans la correction qu'on doit faire pour la réfraction? » Sa méthode consiste à comparer, pour cent soixante étoiles, les distances au zénith, observées à Paris et au Cap. La table qu'il établit, corrigée d'une petite erreur due à l'imperfection du sextant dont il s'était servi, diffère excessivement peu de celle qu'on adopte aujourd'hui.

En 1757, Lacaille, en possession de sa table des réfractions, revisa sa théorie du Soleil, et commença à tenir compte des actions exercées sur la Terre par la Lune, Jupiter et Vénus, actions que les principaux géomètres du temps venaient de soumettre

au calcul. Lemonnier et D'Alembert lui suscitèrent quelques querelles à propos des valeurs qu'il attribuait à ces causes perturbatrices; il se défendit très modérément et la suite a prouvé qu'il avait raison.

Le volume de 1759 contient, *sur l'observation des longitudes en mer par le moyen de la Lune*, un mémoire dont les conclusions ont été adoptées en Angleterre d'abord, ensuite par tous les astronomes. On trouve aux années de leur apparition, les théories des comètes de 1759 (celle de Halley) et de 1760, que l'on confondait avec celle de 1664. Le volume de 1760 contient encore les résultats des observations faites au Cap relativement aux parallaxes du Soleil, de Mars et de Vénus. Enfin, le volume de 1761 contient un important mémoire sur la parallaxe de la Lune, et une observation du passage de Vénus, de l'année même.

Le plus important des ouvrages publiés séparément par Lacaille est intitulé : *Astronomiæ fundamenta novissimis solis et stellarum observationibus stabilīta* (1757). « Ce volume, dit Delambre, n'a jamais été dans le commerce; on n'a pu l'acquérir qu'aux ventes successives de ceux auxquels l'auteur en avait fait présent; il est donc rare, et *ceux qui le possèdent doivent le conserver précieusement.* »

Le suivant, *Cœlum australe stelliferum*, n'a été imprimé qu'après la mort de l'auteur, en 1763, par les soins de Maraldi, son ami et son exécuteur testamentaire. Les autres ouvrages de Lacaille sont des leçons élémentaires de Mathématiques, de Mécanique, d'Optique, d'Astronomie géométrique et physique.

Nous croyons devoir donner une idée de la méthode de Lacaille pour fixer les éléments d'une comète, parce que c'est la première qui ait fourni des résultats à peu près satisfaisants, ce qui a été

la raison pour laquelle nous ne sommes entré dans aucun détail à l'égard de celles qui avaient été suivies auparavant et de l'imperfection desquelles on aura une notion suffisante par l'exemple relatif à la comète de 1729 qui, pourtant, était restée visible durant près de six mois et pour laquelle on avait une foule d'observations faites avec le plus grand soin par Cassini.

Kies, Maraldi et Delisle cherchèrent séparément à établir la théorie de cette comète, d'après les observations qu'ils possédaient en commun, et voici ce qu'ils trouvèrent :

Lieu du nœud.	Inclinaison.	Lieu du périhélie.	Logarithme de la distance périhélie.	Temps moyen du passage au périhélie.
10°51′43″	77°18′54″	16°26′48″	10,596516	22 mai à $10^h 52^m$
10 16 46	76 42 45	27 21 38	10,620060	23 juillet à $23^h 54^m$
10 32 55	77 1 0	22 37 3	10,610834	25 juin à $9^h 21^m$

On voit que les divergences sont très considérables, surtout, précisément, en ce qui se rapporte à l'élément principal, le lieu du périhélie et l'époque du passage par ce point remarquable entre tous.

Lacaille attribue ces divergences à l'adoption, par chacun des trois opérateurs, d'observations prises de façon à ne pouvoir pas donner de résultats satisfaisants et insiste sur le choix à faire entre les observations, lorsqu'on en possède un nombre suffisant et que l'arc parcouru par la comète, durant sa période de visibilité, est assez étendu, mais nous ne pouvons naturellement pas le suivre dans tous les détails où il entre.

Voici comment Lacaille expose sa méthode :

« Je choisis deux observations les plus exactes et les plus éloignées qu'il est possible, ayant cependant égard à certaines circonstances que j'expliquerai par la suite. »

La comète étant supposée décrire une parabole dont le Soleil occupe le foyer, deux points de cette parabole la déterminent en effet. Mais l'observation ne peut fournir que les longitudes et latitudes géocentriques de ces deux points, qui ne se trouvent pas par là déterminés, puisque leurs distances à la Terre ou au Soleil restent inconnues.

« Je calcule par les tables astronomiques le lieu du Soleil et sa distance à la Terre à l'instant de chacune des deux observations.

« Je suppose deux distances accourcies de la comète au Soleil, qui répondent à ces deux instants.

« Cela posé, j'ai les éléments nécessaires pour calculer la longitude et la latitude héliocentriques de la comète à chacun des deux instants. La différence des deux longitudes héliocentriques me donne l'arc de l'écliptique que la comète, vue du Soleil, a paru parcourir dans l'intervalle.

« Par le moyen des latitudes héliocentriques, je réduis cet arc à l'arc correspondant du grand cercle de la sphère qui est dans le plan de l'orbite de la comète, et je calcule en même temps les deux rayons vecteurs, ou les deux distances de la comète au Soleil, mesurées sur ce plan. »

La dernière partie de cette phrase ne semble pas très claire, parce qu'il paraîtrait que les deux distances dont il y est parlé ne devraient pas différer de celles que l'on a supposées précédemment. Mais celles-ci, que Lacaille appelle *accourcies*, probablement pour cette raison, étaient les distances du Soleil aux projections de la comète sur le plan de l'écliptique, aux époques des deux observations. On le reconnaît en suivant l'auteur jusqu'au bout. Quant aux opérations qu'il indique, elles dépendent de questions très simples de Trigonométrie sphérique.

« Alors je cherche la position de l'axe et les dimensions d'une parabole qui, ayant le Soleil pour foyer, passerait par les extrémités de ces deux rayons vecteurs.

« Enfin je cherche par le moyen d'une table calculée exprès pour cela, combien une comète aurait employé de temps à parcourir réellement l'arc de cette parabole compris entre ces deux rayons; et si ce temps est précisément égal à celui qui s'est écoulé entre les deux observations choisies, je conclus que la parabole que j'ai trouvée pourrait bien être l'orbite réelle de la comète. »

Comme l'aire décrite par le rayon vecteur varie proportionnellement au temps, il ne manque, pour pouvoir calculer le temps dont il est question, que de connaître l'aire décrite dans l'unité de temps, et, pour cela, la vitesse initiale de l'astre; mais cette vitesse, en supposant la trajectoire parabolique, ne dépend que de la longueur du rayon vecteur : elle est en effet représentée par $\frac{2K}{r}$, K désignant l'attraction du Soleil sur l'unité de masse à l'unité de distance. On a donc tous les éléments du calcul projeté.

« Mais parce qu'il n'arrive jamais qu'on tombe si parfaitement, je prends la différence entre le temps trouvé par le premier calcul et celui qui s'est écoulé entre les deux observations choisies.

« Je fais alors une seconde supposition en changeant l'une des deux distances accourcies supposées, et je recommence toutes les opérations précédentes, dans la nouvelle hypothèse. Je trouve un autre temps que la comète aurait employé à parcourir le nouvel arc parabolique compris entre les deux rayons vecteurs trouvés dans le nouveau calcul, etc. »

Le reste ne consiste que dans les détails de l'application de la méthode connue sous le nom de *règle de fausse position,* à la recherche de l'orbite vraie. Lacaille applique d'abord cette règle à la correction de la distance qu'il a déjà modifiée.

Il recommence les mêmes opérations relativement à l'autre distance accourcie, en conservant à la première la valeur qu'il lui avait supposée d'abord.

Il achève alors complètement, dans chacun des deux cas, la détermination de l'orbite de la comète, c'est-à-dire qu'il calcule le lieu du nœud ascendant, l'inclinaison du plan de l'orbite sur celui de l'écliptique, le lieu du périhélie, la distance périhélie et l'époque du passage de la comète par ce point.

Il a ainsi deux orbites différentes, pour chacune desquelles il n'y a qu'une des distances accourcies qui soit corrigée. Il choisit alors une troisième observation de la comète, suffisamment éloignée des deux premières. Cette observation fait connaître la longitude et la latitude géocentriques vraies de la comète à l'époque correspondante. D'un autre côté les deux orbites dont il vient d'être question assigneraient chacune, à la même époque, une valeur à la longitude et à la latitude géocentriques de la comète. Mais ces valeurs différeront de celles qu'aura fournies l'observation ; et un nouvel emploi de la règle de fausse position fera définitivement connaître les corrections à faire subir aux deux distances accourcies supposées d'abord, pour arriver à une théorie sans erreur.

Ces deux dernières corrections étant faites, on recommence tout le calcul et l'on détermine les vrais éléments de la comète.



CLAIRAUT (ALEXIS-CLAUDE).

(Né à Paris en 1713, mort en 1765.)

L'aptitude aux Sciences mathématiques s'éveilla en lui, pour ainsi dire, en même temps que la parole; car à dix ans, assure-t-on, il lisait l'*Analyse des infiniment petits* et le *Traité des sections coniques* de l'Hôpital; à treize ans il présentait à l'Académie des Sciences un mémoire, assurément de peu de valeur, mais toutefois original (*Miscellanea Berolinensia*, t. IV); à dix-huit ans, il publiait ses *Recherches sur les courbes à double courbure*, qui attirèrent sur lui l'attention du monde savant, et lui ouvrirent, l'année suivante, les portes de l'Académie, avant l'âge prescrit par les règlements. Les solutions données par Clairaut des questions relatives aux tangentes aux courbes à double courbure, à la rectification de ces courbes et à la quadrature des cylindres qui les projettent sur les plans coordonnés, sont celles qui se trouvent encore aujourd'hui indiquées dans tous les cours. Il ne faut cependant voir dans l'ouvrage de Clairaut qu'une extension toute simple, et alors facile à obtenir, des méthodes déjà si connues pour résoudre les questions analogues relativement aux courbes planes. Presque à la même époque (1731), il donnait la démonstration d'un des beaux théorèmes de Géométrie que Newton s'est borné à énoncer, sans indiquer la voie qui l'y avait conduit. Ce théorème, relatif aux courbes du troisième ordre, consiste en ce qu'elles dérivent toutes de trois d'entre elles par projections perspectives. La démonstration qu'en donne Clairaut se trouve dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1731.

A peine entré à l'Académie, Clairaut fut désigné pour faire par-

tie de la commission scientifique envoyée en Laponie dans le but d'y déterminer la longueur d'un degré du méridien. Peu après son retour (1743), il donna sa *Théorie de la figure de la Terre*, fondée sur la loi newtonienne de l'attraction. Newton avait admis sans preuve qu'une masse fluide homogène, tournant autour d'un axe passant par son centre de gravité, doit prendre la forme d'un ellipsoïde de révolution; Mac-Laurin avait donné la démonstration de ce théorème. Clairaut avait d'abord résolu la question en cherchant la condition d'équilibre du liquide contenu dans un canal brisé allant du pôle au centre de la terre, et de ce centre en un point de l'équateur; mais il abandonna ensuite sa propre méthode pour suivre celle de Mac-Laurin, qu'il fit connaître en France en lui donnant les éloges qu'elle mérite. Le cas que Mac-Laurin avait considéré était celui d'un sphéroïde homogène; Clairaut étendit la solution du géomètre anglais à celui d'un sphéroïde composé de couches de densités variables suivant une loi donnée.

Les premières recherches de Clairaut sur la théorie de la Lune datent de 1743, elles parurent dans le volume de l'Académie pour 1745. Pour rendre compte des inégalités de notre satellite, Clairaut décompose l'action perturbatrice du Soleil en trois forces dirigées, l'une suivant le rayon vecteur mené de la Lune à la Terre, la seconde suivant la perpendiculaire à ce rayon contenue dans le plan de l'orbite, la troisième suivant la parallèle à la ligne menée de la Terre au Soleil. L'attraction isolée de la Terre fait décrire à la Lune une ellipse invariable; les deux premières composantes de l'action perturbatrice du Soleil déforment légèrement l'orbite et impriment à son grand axe un mouvement direct, mais les accélérations qu'elles communiquent à l'astre le laisseraient se mou-

voir dans un plan fixe ; la troisième composante de l'action attractive du Soleil a pour effet de faire varier, dans le cours de chaque lunaison, l'inclinaison du plan de l'orbite sur celui de l'écliptique, et en même temps d'imprimer à la ligne des nœuds un mouvement rétrograde.

L'Académie de Saint-Pétersbourg ayant proposé la théorie de la Lune pour sujet d'un grand prix à décerner en 1752, ce fut le mémoire adressé par Clairaut que l'on couronna. C'est ce mémoire refondu qu'il reproduisit en 1765, peu de temps avant sa mort, sous le titre de *Théorie de la Lune*. Cette nouvelle édition comprenait des tables de la Lune, établies d'après les formules de l'auteur. Ces tables comparées à celles qu'elles remplaçaient, réalisaient un progrès immense. Elles furent toutefois remplacées peu après par celles de Tobie Mayer, calculées conformément à la théorie plus parfaite d'Euler. Laplace et dernièrement M. Delaunay ont depuis porté cette théorie à un plus haut point de perfection.

La méthode simple et originale dont Clairaut s'était servi dans sa *Théorie de la Lune* se retrouve, avec quelques perfectionnements, dans son mémoire de 1757 *sur l'orbite apparente du Soleil autour de la Terre, en ayant égard aux perturbations produites par la Lune et par les principales planètes*. Ce mémoire complétait sous certains rapports les travaux d'Euler et de d'Alembert sur le même sujet.

On sait que Halley avait prédit, pour la fin de 1758 ou le commencement de 1759, le retour de la comète qui porte son nom. Il n'avait pu déterminer qu'à peu près les perturbations que Jupiter devait apporter au mouvement de cet astre, et avait complètement négligé l'influence de Saturne. Clairaut entreprit de

porter la rigueur dans les calculs de Halley, et fixa, à un demi-mois près, l'époque du passage de l'astre au périhélie. Le succès de la prédiction à laquelle il s'était hasardé mit le comble à sa gloire, que le public enfla outre mesure, au mépris des droits de Halley et au détriment d'Euler et de d'Alembert. Ce fol engouement devint bientôt après pour Clairaut la source de chagrins amers, parce que d'Alembert, blessé par les injustes comparaisons que se permettaient des journalistes ignorants, entre les deux émules, entreprit de reviser le travail de celui qu'on prisait si fort au-dessus de lui, et n'eut pas de peine à y reconnaître un certain nombre de fautes qu'il signala avec trop d'aigreur, peut-être; ce fut l'origine de la longue querelle qui divisa les deux émules, et qui assombrit les dernières années de Clairaut.

Indépendamment d'une foule de mémoires académiques et des ouvrages plus considérables que nous avons cités, Clairaut a laissé des *Éléments de Géométrie* (1741) très estimés à l'époque. Le côté saillant de cet ouvrage est une tendance philosophique de l'auteur à éviter autant que possible l'appareil pédantesque des démonstrations ardues, et à chercher, au contraire, à mettre toujours en évidence la raison sensible de chaque fait.

Voici quelques passages de la préface. « Quoique la Géométrie soit par elle-même abstraite, il faut avouer cependant que les difficultés qu'éprouvent ceux qui commencent à s'y appliquer viennent, le plus souvent, de la manière dont elle est enseignée dans les éléments ordinaires. On y débute toujours par un grand nombre de définitions, de demandes, d'axiomes qui semblent ne promettre rien que de sec au lecteur... » — « Quelques réflexions que j'ai faites sur l'origine de la Géométrie m'ont fait espérer d'intéresser à la fois et d'éclairer les commençants... » — « La mesure

des terrains m'a paru ce qu'il y avait de plus propre à faire naître les propositions de Géométrie. Je m'attache d'abord à faire découvrir aux commençants les principes dont peut dépendre la simple mesure des terrains et des distances accessibles ou inaccessibles. De là je passe à d'autres recherches qui ont une telle analogie avec les premières, que la curiosité naturelle à tous les hommes les porte à s'y arrêter et je parviens ainsi à faire parcourir tout ce que la Géométrie élémentaire a de plus intéressant... » — « On me reprochera peut-être, en quelques endroits de ces *Éléments*, de m'en rapporter trop au témoignage des yeux, et de ne m'attacher pas assez à l'exactitude rigoureuse des démonstrations. Je prie ceux qui pourraient me faire ce reproche d'observer que je ne passe légèrement que sur des propositions dont la vérité se découvre pour peu que l'on y fasse attention. Qu'Euclide se donne la peine de démontrer que deux cercles qui se coupent n'ont pas le même centre, qu'un triangle renfermé dans un autre a la somme de ses côtés plus petite que celle des côtés du triangle dans lequel il est renfermé, etc., on n'en sera pas surpris : ce géomètre avait a convaincre des sophistes obstinés... ; mais les choses ont changé de face ; tout raisonnement qui tombe sur ce que le bon sens seul décide d'avance est aujourd'hui en pure perte et n'est propre qu'à obscurcir la vérité. »

Dans cet ouvrage, complet d'ailleurs, Clairaut n'évite pas seulement l'appareil pédantesque des divisions appelées théorèmes, problèmes, corollaires et scolies, mais encore il recourt le plus rarement possible à la forme abstraite du raisonnement syllogistique. Le discours s'y suit comme dans tous les traités autres que ceux de Géométrie, et les vérités s'y enchaînent naturellement par le but commun vers lequel elles tendent dans chaque partie de

l'ouvrage. La méthode de Clairaut constituait assurément un progrès mais il était bien difficile qu'elle prévalût à la fois contre des habitudes prises, contre la paresse d'esprit des élèves et contre la nonchalance des maîtres. Sa *Géométrie* n'obtint pas en effet, un grand succès.

On a aussi de lui des *Éléments d'Algèbre* (1746), qui se recommandent par le même mérite, et une *Théorie du mouvement des Comètes* (1760).

Clairaut a eu pour élève et pour *amie* la célèbre marquise du Châtelet, la docte et belle Émilie, qu'il a aidée dans sa traduction du *Livre des principes*; c'est sous les ombrages épais de Cirey, en tête à tête avec la marquise, qu'il donnait ces fameuses leçons d'Astronomie qui irritaient si fort Voltaire, qu'un jour il s'emporta contre M. du Châtelet et finit par lui dire, en mêlant le comique au sérieux : « Ma foi, marquis, il y a un gérant responsable, et je m'en lave les mains. »

Terminons par ce jugement que porte Bossut : « Un caractère doux et liant, une grande politesse, une attention scrupuleuse à ne jamais blesser l'amour-propre d'autrui, donnèrent à Clairaut dans le grand monde une existence, une considération que le talent seul n'aurait pas obtenues. Par malheur pour les Sciences il se livra trop à l'empressement général qu'on avait de le connaître et de le posséder. Engagé à des soupers, à des veilles, entraîné par un goût vif pour les femmes, voulant allier le plaisir à ses travaux ordinaires, il perdit le repos, la santé et enfin la vie à l'âge de cinquante-trois ans, quoique son excellente constitution physique parût lui promettre une bien plus longue carrière.



ROMAS (JACQUES DE).

(Né à Nérac en 1713, mort à Nérac en 1776.)

Il était lieutenant assesseur au présidial de Nérac. Ce fut lui qui eut le premier, en Europe, et sans connaître les expériences de Franklin, l'idée d'aller puiser l'électricité dans les nuages orageux, au moyen d'un cerf-volant. Le mémoire qu'il écrivit sur son expérience le fit nommer correspondant de l'Académie des Sciences de Paris. Il a encore écrit : *Mémoire sur les moyens de se garantir de la foudre dans les maisons*, suivi d'une *Lettre sur l'invention du cerf-volant électrique* (1776) et *Mémoire où, après avoir donné un moyen aisé pour élever fort haut et à peu de frais un corps électrisable isolé, on rapporte des observations qui prouvent que plus le corps isolé est élevé au-dessus de la terre, plus le feu de l'électricité est abondant.* Ce mémoire a été inséré dans le Recueil de l'Académie des Sciences (1755).

Pour faire ses expériences, de Romas enroulait un fil de métal autour de la corde du cerf-volant. La foudre extraite de la nuée orageuse apparaissait à l'extrémité inférieure sous la forme d'un cylindre de lumière, en produisant des éclats comparables à ceux d'un feu d'artifice. Dans une expérience postérieure, faite avec un cerf-volant dont la corde avait plus de quinze cents pieds de longueur, des lances de feu de dix pieds de longueur sur un pouce de diamètre, s'élançaient de la corde avec un bruit semblable à celui que produit une arme à feu.

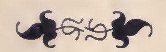
DELLA TORRE (JEAN-MARIE).

(Né à Rome en 1713, mort en 1782.)

De l'ordre des Augustins, professeur à Naples, puis directeur de la Bibliothèque de Charles III, de l'Imprimerie royale et du Musée d'antiquités; membre correspondant de la Société royale de Londres et des Académies de Paris et de Berlin.

Il augmenta beaucoup la puissance des microscopes en substituant aux oculaires sensiblement aplatis des boules de cristal.

Il a laissé un grand nombre d'ouvrages ou mémoires dont la plupart ont rapport aux éruptions du Vésuve.



BRANDER (GEORGES-FRÉDÉRIC).

(Né vers 1713, mort à Ratisbonne en 1783.)

Il inventa les micromètres sur verre et a laissé un grand nombre d'opuscules sur les principaux instruments d'Optique, de Physique et de Mathématiques : *Nouvelle chambre obscure et microscope solaire* (1769); *Nouvelle balance hydrostatique* (1771); *Planchette géométrique universelle* (1772); *Sextant à miroir* (1774); *Règle pour dessiner la perspective* (1772); *Instrument géométrique universel* (1780); *Description d'un nouvel instrument destiné à mesurer les distances inaccessibles par une seule station* (1781).



CHAULNES (MICHEL-FERDINAND D'ALBERT D'AILLY, DUC DE).

(Né en 1714, mort en 1769.)

Pair de France, Lieutenant général des armées du roi et Gouverneur de Picardie, membre honoraire de l'Académie des Sciences en 1743. Il s'occupa de différentes branches de la Physique et imagina une nouvelle méthode pour diviser les instruments de précision.



MONTIGNI (ÉTIENNE DE).

(Né à Paris en 1714, mort en 1782.)

Il se lia de bonne heure avec Buffon et Fontaine, fut nommé en 1740 membre adjoint de l'Académie des Sciences, dans la classe de Mécanique, puis visita Rome, Naples, la Sicile, Venise et la Lombardie. A son retour, il succéda à son père, comme trésorier de France et s'associa puissamment aux efforts de Trudaine en faveur de la liberté du commerce, de la réforme des impôts et des progrès de l'industrie française.

Un Anglais qui avait suivi la fortune des Stuarts, échappé de la défaite de Culloden, vint proposer à notre Gouvernement d'établir en France des manufactures sur le modèle de celles de l'Angleterre. Ce fut Montigni qui fût chargé d'examiner ses plans. C'est à son instigation que nous avons dû nos premières manufactures de draps et de velours de coton, l'usage des cylindres pour calandrer les étoffes, de meilleures méthodes pour leur donner l'apprêt, le perfectionnement de nos fabriques de gaze, enfin l'établissement des machines à carder et à filer.

Montigni s'occupa ensuite de relever nos manufactures de Beauvais et d'Aubusson.

Envoyé en 1760 en Franche-Comté pour y faire l'analyse du sel fourni par les salines de cette contrée et que le public croyait insalubre, il vit à Ferney Voltaire, dont la sœur avait épousé son oncle paternel, et, sur son rapport, Trudaine obtint du ministre dirigeant la réforme du système vexatoire de taxes imposé au petit pays de Gex, dont les malheurs ont rempli tant de pages éloquentes du patriarche des philosophes.

Montigni fit adopter par la régie, en 1763, l'usage des pèse-esprits, qui mit un frein à l'arbitraire des commis.

Plus ancien que d'Alembert à l'Académie, il avait droit de passer avant lui pensionnaire surnuméraire, mais il appuya spontanément de son consentement, la préférence que l'Académie désirait accorder à d'Alembert.

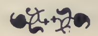


CASSINI (CÉSAR-FRANÇOIS) FILS DE JACQUES.

(Né en 1714, mort en 1784.)

Il prit le nom de Cassini de Thury. Il fut membre de l'Académie des Sciences à vingt-deux ans, puis directeur de l'Observatoire. Le recueil de l'Académie contient de lui des mémoires sur l'Astronomie, et particulièrement sur la géodésie. Il entreprit de rectifier les travaux de son père et de son grand-père sur cette méridienne qui était comme un monument de famille. Ce fut lui qui commença la fameuse *Carte de France* terminée par son fils Jacques-Dominique, travail immense dont l'exécution n'a

pas demandé moins de quarante-cinq années, et qui a renouvelé toute la géographie de la France. Ses principaux ouvrages sont : *Méridienne de l'Observatoire de Paris* (1744); *Description géométrique de la terre* (1775); *Description géométrique de la France* (1784); *Additions aux tables astronomiques de Cassini* (1756), etc.



LEMONNIER (PIERRE-CHARLES) FILS DE PIERRE LEMONNIER.

(Né à Paris en 1715, mort en 1799.)

Il fut le confident et le continuateur de Halley et de Bradley, et le premier maître de Lalande. Admis dès l'âge de seize ans par Fouchy et Godin à se servir des instruments de leur observatoire, il entra à l'Académie des Sciences le 21 avril 1736, fut peu de temps après associé à Maupertuis, Clairaut et Camus, dans leur mission au pôle Nord, et devint professeur au Collège de France.

Lemonnier fut l'astronome privilégié de Louis XV, qui lui donna une collection d'instruments et lui fournit les moyens d'avoir son observatoire.

Les travaux de Lemonnier sont plus étendus que remarquables. En effet, il ne cessa pendant près de cinquante ans d'observer avec une constance infatigable et de faire à l'Académie de fréquentes communications; cependant on ne peut citer de lui aucune découverte importante ni en physique céleste ni en Astronomie théorique.

Outre les traductions qu'il a données de la théorie des comètes de Halley et de l'Astronomie de Keil, auxquelles il a ajouté des

notes d'une certaine valeur, ses principaux ouvrages sont : *Observations de la Lune, du Soleil et des étoiles fixes, pour servir à la Physique céleste et aux usages de la navigation* (1751); *Astronomie nautique lunaire* (1771); *Exposition des moyens les plus faciles de résoudre plusieurs questions dans l'art de la navigation* (1722); *Mémoires concernant diverses questions d'Astronomie et de Physique.* Tous ces ouvrages sortent de l'Imprimerie royale, qui les imprimait gratuitement. Les autres productions de Lemonnier sont insérées en partie dans le recueil des *Mémoires de l'Académie des Sciences;* la collection de ses manuscrits et de toutes ses observations est à l'Observatoire.

C'est dans ses mémoires, publiés dans le recueil de l'Académie des Sciences, qu'on peut le mieux juger Lemonnier et apprécier les services qu'il a rendus. En 1735, il indique la correction à faire à la valeur observée du diamètre vertical de la Lune, pour tenir compte de la différence des parallaxes relatives aux deux bords. En 1738, il fixe la hauteur du pôle à l'Observatoire de Paris, hauteur pour laquelle on n'avait encore que des valeurs divergentes. En 1743, il corrige la valeur adoptée avant lui pour la diminution séculaire de l'obliquité de l'écliptique et découvre un mouvement propre à Arcturus. Enfin, de 1766 à 1790, il donna une infinité d'observations utiles à connaître d'éclipses, de passages, d'occultations, etc.

Les relations de Lemonnier avec ses collègues furent mêlées de beaucoup de querelles, dans lesquelles il ne paraît pas avoir eu toujours le bon droit de son côté.



LORIOT (ANTOINE-JOSEPH).

(Né en 1716, mort en 1782.)

Simple ouvrier mécanicien. On lui doit un grand nombre de perfectionnements apportés à toutes sortes d'industries. Il commença par fabriquer des fers-blancs d'un prix moindre que ceux de l'Allemagne et d'une qualité supérieure. Il trouva ensuite le moyen d'imiter les émaux; puis il inventa un métier à rubans si simple, que la corporation des rubaniers de Lyon, effrayée, obtint l'interdiction de sa machine. Il s'appliqua ensuite au perfectionnement de l'étamage des glaces, puis alla construire en Bretagne des machines pour le service de la marine et l'exploitation des mines. Il avait imaginé une batteuse à grains, une râpeuse à tabacs; enfin on lui doit le *mortier Loriot.* Louis XV lui donna une pension de 1000 livres.



XIMÉNÈS (LÉONARD).

[Né à Trapani (Sicile) en 1716, mort en 1786.]

Jésuite, astronome et hydraulicien, associé des Académies de Paris et de Saint-Pétersbourg.

Il était professeur de Géographie à l'Académie de Florence, avec le titre de mathématicien de l'empereur, lorsque les ravages causés par un débordement du Pô et de ses affluents attirèrent l'attention sur les moyens les plus propres à en prévenir le retour. Ximénès étudia la question, et les travaux qu'il proposa d'exécuter parurent d'une efficacité si évidente que, depuis lors, son opinion fit autorité sur la matière. Il fut consulté par le Pape sur les

moyens de régulariser le cours des fleuves du Bolonais et de dessécher les marais Pontins; par les Vénitiens au sujet des dégâts causés par la Brenta; par les Gênois sur des aqueducs à construire, des routes à percer, etc.

Il conçut en outre pour la Toscane les projets de nombreux et importants travaux qui furent entrepris sous sa direction. Il fonda à Florence l'observatoire de San-Giovannino, traça la route de Pistoie et présida à la construction du pont de Sestajone. Il fonda, par testament, des chaires d'Astronomie et d'Hydraulique.

Il a laissé de nombreux ouvrages, parmi lesquels nous citerons : *Primi elementi della Geometrica piana* (Venise 1751); *Osservazione del passagio di Venere sotto il disco Solare* (Venise 1761); *Nuove sperienze idrauliche* (Sienne 1780); *Teoria e pratica delle resistenze de'solidi* (Pise 1782); *Del vecchio e nuovo gnomone fiorentino, libri V* (1752). Ximénès donne, dans ce dernier ouvrage, une des premières preuves positives qu'on ait eues de la diminution séculaire de l'obliquité de l'Ecliptique, en comparant ses observations en 1750, au grand gnomon de l'église métropolitaine de Saint-Jean, avec celles dont les architectes avaient imprimé la trace sur le marbre en 1510.



DAUBENTON (LOUIS-JEAN-MARIE).

(Né à Montbard, le 29 mai 1716, mort à Paris, le 31 décembre 1799.)

Il appartenait à une famille noble, connue en Bourgogne dès l'année 1350, et qui a fourni des chambellans à la cour des ducs

de la seconde race. Guillaume Daubenton, le célèbre confesseur de Philippe V, appartenait à cette maison. La véritable orthographe du nom est d'Aubenton. Les ancêtres du collaborateur de Buffon étaient, en effet, originaires de la petite ville d'Aubenton, en Picardie. Sur les états du Jardin du Roi et de l'Académie, antérieurs à 1789, on trouve souvent le nom de d'Aubenton. Quoi qu'il en soit, la Révolution et une longue habitude ont consacré le nom de Daubenton, et, comme c'est celui sous lequel le savant naturaliste est devenu célèbre, nous continuerons nous-même de le lui donner. Daubenton était le cadet de cinq enfants. Son père, conseiller du roi et bailli de Fontenay, le destinait à l'Eglise. Après avoir fait ses études chez les jésuites de Dijon, il prit, à vingt-deux ans, l'habit ecclésiastique, et vint à Paris pour y faire sa Théologie. Mais à Paris, loin de l'influence paternelle, sa vocation, longtemps étouffée, l'entraîna, par un penchant irrésistible, à déserter les cours de la Sorbonne pour suivre avec assiduité l'enseignement du Jardin du Roi.

Il perdit coup sur coup ses frères, ses sœurs, son père, et se trouva, en 1736, maître de sa destinée. En 1742, il se faisait recevoir docteur en Médecine à la Faculté de Reims, et revenait presque aussitôt à Montbard, sans autre ambition que celle d'y exercer honorablement et obscurément son art. Mais là, la destinée l'attendait dans la personne de Buffon, occupé à écrire les premiers volumes de l'*Histoire naturelle*. Buffon avait besoin d'un aide pour les descriptions techniques auxquelles la nature de son esprit ne lui permettait pas de s'astreindre. Il connaissait depuis longtemps Daubenton et savait ce dont était capable son esprit patient et observateur. Il l'appela à lui, le fit entrer, en 1744, à l'Académie des Sciences, et le fit nommer, le 12 juin 1745,

conservateur et démonstrateur des collections du Jardin du Roi. Par la suite, Daubenton octogénaire disait : « Sans Buffon, je n'aurais pas passé dans ce Jardin cinquante années de bonheur ! »

Les quatre premiers volumes de l'*Histoire naturelle* parurent en 1749, sous les noms de Buffon et de Daubenton. Daubenton continua sa collaboration aux volumes suivants jusqu'en 1767, c'est-à-dire pour toute la partie consacrée aux quadrupèdes. Cette collaboration dura donc en réalité vingt-cinq ans. Pendant cet intervalle, Daubenton disséqua et décrivit, avec une conscience et un soin remarquables, 183 espèces de mammifères, dont 52 n'avaient pas été disséquées jusqu'alors. On ne saurait trop regretter qu'il n'ait pas continué son travail anatomique pour les oiseaux, dont la description fut confiée à Guéneau de Montbéliard.

Il cessa sa collaboration lorsque Buffon fit paraître une édition de l'*Histoire naturelle* d'où avait été retranché le travail de son digne collaborateur.

Cuvier a dit : « On ne me prouvera que Daubenton a laissé quelque chose à désirer, que lorsqu'on aura mieux fait que lui dans le même temps et avec les mêmes moyens. » « Le livre de Daubenton est un livre d'or, disait de son côté Pallas, ses ouvrages sont vraiment classiques ! » Les travaux de Daubenton, comme naturaliste, lui ont encore valu les éloges de Gœthe, qui se piquait lui-même d'être un naturaliste, et de Geoffroy Saint-Hilaire.

Les collections du Muséum doivent en grande partie à Daubenton le bon ordre qui n'a jamais cessé de présider à leur arrangement. En effet, Buffon, absent de Paris pendant plus six mois de l'année, et ne pouvant veiller par lui-même à ces nombreux

détails, se contentait de donner de loin une direction générale; Daubenton le suppléait, et, après la mort de Buffon, il demeura seul chargé de ce soin.

« A quatre-vingts ans, rapporte Cuvier, la tête courbée sur la poitrine, les pieds et les mains déformés par la goutte, ne pouvant marcher que soutenu par deux personnes, il se faisait encore conduire chaque matin au Cabinet d'Histoire naturelle. » Un jour que Louis XVI était venu se reposer au Jardin du Roi des orages de la politique, Daubenton, qui était accouru pour faire voir les collections au roi, faillit tomber. « Quelle imprudence, s'écria aussitôt Louis XVI, d'aller sans canne à votre âge! » Quelques jours après, le modeste savant reçut une canne dont la pomme était incrustée de pierreries, et qui portait une bague de prix en guise de coulant. Ce fut la seule faveur que Daubenton ait obtenue de la cour. Il ne sollicita ni brevets ni pensions, et les seuls parchemins que l'on trouva chez lui après son décès furent ses brevets académiques. Ils étaient nombreux, car Daubenton faisait partie de presque toutes les Académies de l'Europe, notamment de celles de Londres, de Saint-Pétersbourg, de Berlin, etc. Le président de cette dernière Académie lui écrivait, en 1762, que si quelqu'un méritait d'être reçu dans toutes les Académies du monde, c'était lui. En 1760, le roi de Pologne lui faisait demander comme une faveur de vouloir bien accepter l'élection de la Société Royale de Nancy. Le 19 juillet 1761, l'Académie de Dijon, dont le suffrage aurait dû précéder tous les autres, ouvrit à son tour ses portes à Daubenton.

Camper disait de Daubenton « qu'il ne savait pas lui-même de combien de découvertes il était l'auteur. » Ses découvertes furent nombreuses, en effet; elles ont trait à l'Histoire naturelle,

à la Médecine, à l'Anatomie, à l'Agriculture. Un instant, la marquise de Pompadour, dont Daubenton ne s'occupait pourtant guère, le menaça de sa disgrâce; voici à quel propos : Daubenton, dans un mémoire lu devant l'Académie des Sciences en 1762, avait avancé qu'un prétendu os de géant, conservé au garde-meuble de la couronne, n'était autre chose qu'un radius de girafe, fait exact, mais qui ne put être vérifié que trente ans plus tard, lorsque Levaillant eut envoyé le premier squelette de girafe que l'on ait vu à Paris. Cette innocente critique déplut à la toute-puissante marquise, qui ne pouvait admettre qu'un savant osât contester la valeur des curiosités de la couronne. Il fallut, pour dissiper l'orage, tout le succès d'un autre mémoire de Daubenton sur les *Indigestions,* mémoire présenté à la Société Royale de Médecine, mais surtout la vogue des pastilles d'*ipécacuana,* composées par Cadet-Gassicourt d'après la formule de l'auteur du mémoire. La favorite, qui avait mauvais estomac, prit des pastilles, s'en trouva bien, et la reconnaissance fit taire le ressentiment. Daubenton, après Buffon, protesta, au nom de la dignité humaine, contre cette opinion de quelques naturalistes, que l'homme n'est qu'un singe perfectionné; il établit, dans un mémoire lu à l'Académie en 1764, que, par suite de la place différente occupée chez l'homme et chez le singe par le trou occipital, le premier ne pourrait marcher longtemps à quatre pattes, ni le second se tenir longtemps debout. Dans d'autres mémoires, insérés dans les *Recueils de l'Académie des Sciences*, Daubenton a consigné la découverte faite par lui d'une petite lame élastique chez le *turbo perversus* de Linné, et il a signalé le premier la curieuse fonction que remplit cette membrane dans ce coquillage. Il a décrit une sorte de musaraigne, à la-

quelle les naturalistes ont donné son nom : *Sorex Daubentonii.*

Daubenton a collaboré à la *Grande Encyclopédie*, au *Dictionnaire universel des Arts et des Sciences*, au *Dictionnaire Encyclopédique*, à la *Collection académique*, recueil important publié à Dijon par une société de savants, parmi lesquels on voit figurer Guéneau de Montbéliard, un frère de Buffon, Jean Nadault, le docteur Maret, père du duc de Bassano, Berryat, etc. Buffon, avait, le premier, conseillé l'acclimatation d'espèces nouvelles; Daubenton joignit la pratique à la théorie. Aussi, est-ce pour rendre hommage à cette partie des travaux du naturaliste que la Société zoologique d'acclimatation, fondée en 1854 par Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, a élevé à Daubenton, en 1864, une statue dans son jardin du bois de Boulogne. On doit à Daubenton une liste des animaux et des oiseaux étrangers qu'il regardait comme propres à pouvoir facilement et utilement être acclimatés en France. Dès 1766, il avait commencé ses expériences sur les moutons. En effet, jusqu'à lui la France se trouvait tributaire de l'Espagne pour son industrie lainière; l'Espagne possédait seule une race de mérinos dont elle se montrait singulièrement jalouse. Daubenton, encouragé par les deux Trudaine, travailla sans relâche à créer une race française, et bientôt les draps fabriqués avec la laine des moutons de sa bergerie de Montbard se trouvèrent d'une beauté égale et d'une qualité supérieure à celles des draps produits par le mérinos espagnol. Daubenton, par cette grande découverte, qui suffirait seule à sa gloire, assurait l'indépendance de notre commerce, l'avenir et la supériorité de notre industrie. Son buste devrait se trouver dans toutes les manufactures consacrées à la fabrication du drap.

C'est en faisant allusion aux travaux de Daubenton pour l'amélioration des laines françaises qu'on a pu composer sur lui cette épitaphe :

Savant modeste, sage aimable,
Emule ingénieux des Plines, des Buffons,
Il acquit un renom durable
Tout en songeant à ses moutons.

Daubenton aimait les jardins au moins autant que les moutons; il existe de lui un projet d'embellissement du jardin du Luxembourg. Il s'occupait également d'agriculture et d'arboriculture. Pendant qu'il encourageait un de ses parents à fonder à Montbard une vaste pépinière d'arbres indigènes et étrangers, et que, de loin, il le dirigeait de ses conseils, il publiait un *Traité des arbres et des arbustes.* En agriculture, il faisait connaître des méthodes perfectionnées, et propageait, par son exemple plus encore que par ses écrits et son enseignement, le développement des prairies artificielles, l'usage plus abondant des engrais, etc.

La vie privée de Daubenton n'offre rien de remarquable; elle s'écoulait entre ses travaux du Muséum et les nombreux cours dont il était chargé. La Révolution elle-même respecta son repos. Ses services, à défaut de ses opinions politiques, lui valurent même, à cette époque, une sorte de popularité. Toutefois, il fut contraint de se présenter devant le club de sa section pour y obtenir un certificat de civisme. On le reçut avec toutes les marques du plus grand respect, et le certificat qu'il demandait lui fut délivré sur l'heure dans ce style et avec cette orthographe :

« Appert, d'après le rapport faite de la Société fraternelle de

la section des Sans-Culotte, sur le bon civisme et faits d'humanité qu'a toujours témoignés le *berger Daubenton*, l'assemblée générale arrête unanimement qu'il lui sera accordé un certificat de civisme; et le président, suivie de plusieurs membres de la dite assemblée, lui donne l'acôlade avec toutes les acclamations dû à un vraie modèle d'humanité. Ce qui a été témoigné par plusieurs reprise. » Depuis ce jour, le naturaliste ne fut plus connu que sous le nom de *berger Daubenton*. Grâce à ce titre, bien fait pour rassurer les défiances révolutionnaires, il put donner près de lui un asile sûr à différents membres de sa famille, et sauver de l'échafaud, le savant, mais imprudent Haüy.

Quoiqu'il fût demeuré étranger à la politique, Daubenton ne se montra pas indifférent au grand mouvement social de 1789. Lorsqu'il entendit proclamer le grand principe de l'égalité des conditions et des droits, son cœur généreux s'émut, et il proposa la suppression de toutes les places privilégiées, offrant de donner l'exemple en se démettant aussitôt de celles dont il était pourvu. Un moment il fut question, dans les comités de la Convention, de lui décerner une récompense nationale; Daubenton, que l'on avait consulté, déclina cet honneur. Toutefois, il ne put empêcher que la Convention ne rendît, le 2 nivôse an III, un décret prescrivant : « que le *Traité des moutons*, par le citoyen Daubenton, serait imprimé et tiré à 2,000 exemplaires au profit de l'auteur, et aux frais de la Nation. » La même assemblée prescrivit encore que l'*Annuaire du cultivateur*, écrit par Daubenton en collaboration, serait envoyé à toutes les écoles de la République.

En 1792, lors de la réorganisation du Muséum, Daubenton fut nommé professeur de Minéralogie. Il avait auparavant pro-

fessé au Collège de France (1778) et à l'École vétérinaire d'Alfort (1783). En 1795, il fut appelé à faire quelques leçons à l'Ecole normale. La plupart de ses cours ont été publiés. A son retour d'Egypte, le général Bonaparte alla rendre visite à Bernardin de Saint-Pierre et à Daubenton. Le premier lui déplut par son humeur chagrine, mais il sentit un vif attrait pour la simplicité et les mœurs douces du second. Aussi, lorsque le Sénat fut institué, le nom de Daubenton se trouva-t-il sur la liste des premiers membres de cette assemblée. Il témoigna une joie de vieillard de cet honneur (les vieillards ne redeviennent-ils pas plus ou moins enfants?) et, quoique malade, par un rigoureux hiver, avec ses quatre-vingt-quatre ans, il voulut assister à la première séance. Mais, frappé d'apoplexie au milieu de ses collègues, il mourut cinq jours après, dans la nuit du 31 décembre 1799, sans avoir repris connaissance. Ses funérailles se firent avec pompe, sous la direction de David. Les cendres de Daubenton furent déposées dans le Jardin même où il avait passé sa vie. Marguerite Daubenton, femme d'un grand esprit, auteur de plusieurs romans, notamment de celui de *Zélie dans le désert* (1787, 2 vol. in-8), qui eut du succès, survécut à son mari. Elle avait été autorisée à continuer d'habiter sa maison du Muséum jusqu'à sa mort. On put la voir gravir, chaque matin, les allées de la grande butte et s'arrêter près de la colonne élevée sur la tombe de Daubenton. Elle mourut presque centenaire, le 2 août 1818.

Daubenton ne laissait pas d'enfants; mais sa femme avait successivement élevé trois nièces, toutes trois également remarquables par leur beauté et leur esprit. L'une épousa le fils unique de Buffon, après son divorce d'avec sa première femme. Une

autre devint Mme Vicq-d'Azir. La troisième fut mariée au célèbre compositeur Carafa.

L'éloge de Daubenton fut prononcé devant les nombreuses Académies dont il était membre. Lacépède et Cuvier ont tous deux rendu un bel hommage à sa mémoire. On peut encore citer parmi les éloges de Daubenton le discours prononcé par M. Richard (du Cantal) à l'inauguration de sa statue, et une notice du *Panthéon universel*, par M. Henri Nadault de Buffon.



D'ALEMBERT (JEAN *Le Rond*).

(Né à Paris en 1717, mort en 1783.)

On le croit fils de Mme de Tencin et d'un commissaire d'artillerie nommé Destouches. Il fut exposé dès sa naissance sur les marches de la chapelle de Saint-Jean-le-Rond, près Notre Dame, et confié par le commissaire du quartier à la femme d'un pauvre vitrier, qui fut sa nourrice et qu'il considéra toujours comme sa véritable mère.

Il ne serait cependant pas exact de dire que d'Alembert ait jamais été réellement abandonné de ses parents, ou au moins de son père, qui s'intéressa tant qu'il vécut à l'enfant, qui subvint à ses besoins chez sa nourrice et qui lui laissa enfin une rente de 1200 livres que d'Alembert toucha jusqu'à sa mort.

Ce renseignement nous a été fourni par M. Charles Henry, qui ajoute que l'exposition sur les marches de l'église de Saint-Jean-le-Rond a été contestée avec une grande vraisemblance. M. Henry a trouvé la preuve de la réalité de la pension faite par

Destouches à son fils dans une note écrite par d'Alembert lui-même, en mai 1781, et où se trouve mentionnée, dans le chiffre total de son revenu, 22 130 livres, une somme de 1200 livres, payée par Madame Destouches. D'après Mme Suard, la mère de d'Alembert n'aurait jamais cherché à le connaître. Ce que l'on a écrit que d'Alembert aurait rejeté les avances que lui fit sa mère, lorsqu'il fut parvenu à la célébrité, serait donc inexact.

M. L. Lallemand a publié dernièrement une pièce tirée des archives de l'hospice des Enfants-Assistés, de laquelle il résulte que d'Alembert « exposé et abandonné dans une boette de bois de sapin » aurait été placé en nourrice pendant six semaines dans un village de Picardie et en aurait été retiré au bout de ce temps par Jacques Molin, médecin ordinaire du Roy. D'après cette version, on ne voit pas qui l'aurait confié à celle qu'il considérait comme sa vraie mère.

Il entra à douze ans au collège des Quatre-Nations et revint chez sa nourrice après avoir terminé ses études.

Il voulut étudier le Droit, puis la Médecine, mais son goût pour les Mathématiques l'emporta.

Dès l'âge de 22 ans il publiait un *Mémoire sur le Calcul intégral* et deux ans après un autre mémoire sur la réfraction que subirait un solide en passant d'un milieu fluide dans un autre.

Ces deux opuscules le firent admettre à l'Académie des Sciences en 1742.

Il publia en 1743 son traité de Dynamique, où se trouve la proposition qui porte le nom de principe de d'Alembert, véritable principe en effet, purement intuitif et qui permet de ramener toutes les questions de mouvement à des questions d'équilibre, en exprimant que les forces données, qui meuvent le sys-

tème considéré, changées de sens, feraient équilibre aux forces qui mouvraient toutes les particules de ce système, indépendamment les unes des autres et de la manière dont elles se meuvent. En effet, ces dernières forces s'exprimant immédiatement en fonction des inconnues du problème (les accélérations de ses divers points), les conditions d'équilibre des deux systèmes de forces fournissent immédiatement les équations du mouvement, puisqu'elles lient les données, c'est-à-dire les forces proposées, aux inconnues, c'est-à-dire aux accélérations cherchées.

Il adressa en 1746 à l'Académie de Berlin un *Mémoire sur la cause générale des vents,* où il cherchait à déterminer les influences exercées par le Soleil et la Lune sur notre atmosphère et qui remporta le prix. Il publia l'année suivante une solution plus complète que celle de Taylor du problème des cordes vibrantes. Ses *Recherches sur la précession des équinoxes* sont de 1749.

Ses autres travaux relatifs à la Mécanique céleste sont renfermés dans l'ouvrage intitulé : *Recherches sur différents points importants du système du monde* (1754).

Outre ces grands ouvrages il a laissé huit volumes d'opuscules sur toutes les parties des Mathématiques, entre autres le Calcul des Probabilités, et divers ouvrages littéraires.

Entré à l'Académie Française en 1754, il en fut nommé secrétaire perpétuel en 1772.

Parvenu au plus haut point de célébrité, membre de toutes les académies, lié d'amitié aux hommes les plus illustres et choyé par Frédéric et Catherine de Russie, il n'en continuait pas moins de vivre avec la même simplicité près de sa nourrice.

Il mourut de la pierre.

Nous avons caractérisé les progrès que la Mécanique doit à D'Alembert, il serait trop long d'indiquer ceux qu'il a fait faire au calcul intégral et nous nous bornerons à mentionner la solution qu'il a donnée du problème de l'intégration des équations linéaires du premier ordre à coefficients constants, dans le cas des racines égales; quant à l'influence exercée par d'Alembert comme géomètre philosophe elle a été considérable et souvent heureuse. C'est depuis d'Alembert surtout qu'on s'est habitué à rechercher les meilleures méthodes, à simplifier les démonstrations, à les éclairer, lorsque cela était possible, par des observations judicieuses; en un mot à ne pas se contenter d'être rigoureusement exact.

Malheureusement cette influence de d'Alembert n'a pas été aussi grande qu'elle aurait dû l'être, par la faute des géomètres. Ainsi les *Opuscules* contiennent sous une forme très suffisante les rudiments de la vraie théorie du calcul des quantités négatives et imaginaires et personne n'a songé à en tirer parti ; bien loin de là, on s'est servi, pour s'autoriser à laisser de côté la question, de cette phrase qui lui avait échappée un jour : « Allez en avant et la foi vous viendra. » Phrase qu'il prononça sans doute dans une circonstance analogue à celle où Galilée répondait aux fontainiers de Florence par l'horreur du vide jusqu'à trente-deux pieds, mais qui le fit réfléchir, comme Galilée.

C'est dans son *Mémoire sur les logarithmes des quantités négatives* (Tome I des *Opuscules*) que se trouvent les réflexions auxquelles nous faisons allusion.

Voici ce que dit d'Alembert : « C'est le calcul, il faut l'avouer, qui a induit certains géomètres en erreur sur la valeur des quantités négatives, ils ont remarqué que $a < 2a$ donnait $a - 2a < 0$

ou $-a < o$; d'où ils ont conclu que les quantités négatives étaient au-dessous de zéro. Mais ils ne seraient pas tombés dans cette erreur s'ils avaient considéré qu'une quantité au-dessous de zéro est une chose absurde et que $-a < 0$ ne signifie autre chose que $B - a < B$, B étant une quantité quelconque sous-entendue, et plus grande que a.

« La simplicité et la commodité des expressions algébriques consiste à représenter à la fois et comme en raccourci un grand nombre d'idées; mais ce laconisme d'expression, si l'on peut parler ainsi, en impose quelquefois à certains esprits et leur donne des notions fausses.

« A l'occasion de cette remarque sur les quantités négatives, j'en ferai une autre qui est purement élémentaire, mais qui pourra servir à répandre un grand jour sur la théorie de ces quantités, jusqu'à présent assez mal développée par les algébristes. Soit

$$by = (a - x)^2$$

l'équation d'une courbe; il est évident que tant que x est plus petit que a, $a - x$ est positif, et par conséquent aussi $\overline{a - x}^2$; mais pourquoi $\overline{a - x}^2$ reste-t-il positif quand x est plus grand que a, et que par conséquent $a - x$ est négatif? en voici la vraie raison : c'est que l'équation

$$by = (a - x)^2$$

n'est autre chose que

$$by = a^2 - 2ax + x^2;$$

or, que x soit plus petit ou plus grand que a,

$$a^2 - 2ax + x^2$$

est toujours une quantité positive; dans le premier cas elle est le carré de la quantité positive $a - x$; et dans le second cas elle est le carré de la quantité positive $x - a$. Ainsi l'équation

$$by = (a - x)^2$$

ou

$$by = a^2 - 2ax + x^2$$

en renferme proprement deux autres, savoir

$$by = (a - x)^2,$$

quand x est plus petit que a, et

$$by = (x - a)^2,$$

quand x est plus grand que a. Ce qui s'accorde avec ce que nous avions dit (précédemment) que les quantités négatives indiquent une fausse supposition; car l'équation

$$by = (a - x)^2,$$

quand x est plus grand que a, est proprement une fausse équation; la véritable est

$$by = (x - a)^2.$$

« Pourquoi donc les quantités $+b$ et $-b$ ont-elles toutes deux b^2 pour carré? C'est qu'on peut toujours regarder b comme la différence $a - c$ de deux quantités dont la seconde c est plus petite que la première a, si b est positif, et plus grande si b est négatif; or dans le premier cas le carré de b, ou $a - c$, est

$$a^2 - 2ac + c^2;$$

et si l'on suppose que c croisse tant qu'on voudra, cette quantité

$$a^2 - 2ac + c^2$$

reste toujours positive, et devient enfin le carré de $c - a$, au lieu de celui de $a - c$.

« Ainsi la raison pour laquelle le carré de $-b$ est b^2, c'est que si l'on regarde $-b$ comme représentant une quantité $a - c$ qui est devenue, de positive, négative, le carré

$$a^2 - 2ac + c^2$$

reste toujours positif soit que l'on ait $c < a$ ou $c > a$; donc le carré de b reste toujours positif, soit que b soit positif ou non; et quand b devient négatif ou que a est plus petit que c, alors le carré de $-b$ est proprement celui de $c - a$ ou de $+b$, puisque ce carré est toujours

$$a^2 - 2ac + c^2. \text{ »}$$

On ne peut certainement pas dire que ces quelques mots contiennent une théorie complète; on y voit cependant en germes ces idées lumineuses : 1° que les quantités positives seules peuvent être soumises au raisonnement; 2° que l'Algèbre opère plutôt sur des formes que sur des valeurs, qu'elle traite ces formes d'après les règles qui leur conviendraient si elles avaient des valeurs positives, et que c'est dans la forme du résultat fourni par le calcul algébrique qu'il faut chercher la définition du résultat de l'opération arithmétique correspondante; 3° que si au lieu d'expressions algébriques complexes, on a à soumettre au calcul des expressions réduites à des nombres négatifs ou imaginaires, et que l'on veuille reproduire arithmétiquement les équivalents des calculs algébriques qu'on avait en vue, il faudra naturellement appliquer les règles qu'aura fournies l'examen attentif des valeurs arithmétiques que prennent, dans les différents cas, les résultats des opérations algébriques et les expressions mêmes

sur lesquelles on a opéré, lorsqu'on y substitue des nombres aux lettres qui y entraient.

D'Alembert aurait dû exprimer plus nettement ces principes; mais je crois qu'il serait difficile de ne pas admettre qu'ils lui fussent familiers, car ils sont évidemment sous-entendus dans son argumentation.

Il revient sur le même sujet dans le huitième volume de ses *Opuscules mathématiques,* dans un article *sur les quantités négatives*, composé de plusieurs parties également remarquables, dont les premières ont trait à la Géométrie.

Nous commençons par la dernière, qui se rapporte au calcul algébrique :

« Je remarquerai, dit-il, que toute la théorie des quantités négatives n'est pas encore bien éclaircie. J'ai, si je ne me trompe, donné dans le Tome I de mes *Opuscules*, la vraie raison pourquoi

$$-a \times -a = a^2;$$

et si l'on demande pourquoi

$$\frac{a^2}{-a} = -a,$$

je répondrai qu'en demandant le quotient de la division de a^2 par $-a$, on ne demande pas combien de fois $-a$ est contenu dans a^2, ce qui serait absurde, on demande une quantité telle qu'étant multipliée par $-a$ elle donne a^2. »

Nouvelle et remarquable expression de cette idée, qu'il ne faut pas chercher dans la notion primitive des premières opérations de l'arihmétique les règles qui doivent être appliquées aux cas où l'on a affaire à des quantités symboliques dont l'origine est purement algébrique.

« Il serait à souhaiter que dans les Traités élémentaires, on s'appliquât davantage à bien éclaircir la théorie mathématique des quantités négatives, et, du moins, qu'on ne la présentât pas de manière à laisser dans l'esprit des commençants des notions fausses.

« Par exemple, dans la solution des équations du second degré, lorsque de l'équation

$$(x+p)^2 = b$$

on en conclut

$$x + p = \pm\sqrt{b},$$

il faudrait bien faire sentir à ces commençants qu'on ne suppose point la quantité positive $x+p$ égale à la négative $-\sqrt{b}$; mais que la quantité x étant inconnue et indéterminée, tant par son signe que par sa valeur, il se pourrait que cette quantité fût négative, et que $x+p$ fût par conséquent négatif; auquel cas on aurait

$$x + p = -\sqrt{b}$$

et non pas

$$x + p = +\sqrt{b};$$

de sorte que, comme il se peut que l'inconnue x soit positive ou négative, c'est-à-dire ait une valeur positive et une autre négative, on doit supposer les deux équations

$$x + p = +\sqrt{b}$$

et

$$x + p = -\sqrt{b},$$

dont l'une a ses deux membres positifs et l'autre les a négatifs.

« De même, quand on a

$$(x-p)^2 = b,$$

ou plutôt

$$x^2 - 2px + p^2 = b,$$

on en conclut

$$x - p = \pm \sqrt{b}$$

ou si l'on veut (ce qui revient au même)

$$x - p = + \sqrt{b}$$

et

$$p - x = + \sqrt{b}$$

parce que x étant l'inconnue, il se peut faire que p soit plus petit ou plus grand que x. »

D'Alembert commet une petite faute contre la véritable doctrine, en essayant, dans le premier des deux exemples qu'il considère, de soumettre au raisonnement la résolution d'une équation qui n'a pas ses deux racines positives ; il prouve par là qu'il n'était pas encore parvenu à la conception des racines considérées comme formules des solutions positives que pourraient comporter les équations traitées, et en effet on ne trouve que dans Carnot l'embryon de cette notion ; mais ce que nous venons de rapporter n'en est pas moins très remarquable, quoique se trouvant déjà textuellement dans Viète.

« La théorie des quantités négatives n'est pas la seule qui ait besoin d'être approfondie dans les Éléments d'une manière bien claire et bien satisfaisante. Nous avons fait voir dans l'Encyclopédie, aux mots *division*, *équation*, *cas irréductible*, et dans plusieurs autres, combien les Livres élémentaires sont remplis de notions fausses ou imparfaites sur ces différents sujets, on en verra encore des exemples dans le paragraphe suivant, *sur la multisection des angles.* »

Comme le reproche, au moins en ce qui concerne la théorie du calcul des quantités négatives et imaginaires, est encore plus mérité, peut-être, aujourd'hui qu'il y a cent ans, nous avons cru devoir le reproduire, sinon dans l'espoir d'un succès, au moins pour remplir un devoir.

Les premières parties du mémoire sont consacrées à la discussion du principe de correspondance entre le changement de sens en Géométrie et le changement de signe en Algèbre.

D'Alembert commence par justifier l'usage adopté depuis Descartes de représenter aussi bien les solutions négatives que les solutions positives des équations des lieux géométriques et de porter les coordonnées négatives en sens contraires de ceux adoptés pour les coordonnées positives.

La démonstration de d'Alembert consiste dans cette remarque que si l'on pouvait renvoyer l'origine à l'infini dans le troisième angle des premiers axes, la question n'existerait même plus, puisque la courbe aurait tous ses points contenus dans le premier angle des nouveaux axes; et que si l'on voulait ensuite revenir aux anciens axes, il faudrait bien construire les solutions négatives de la nouvelle équation, conformément à la règle en usage, pour retrouver la même courbe.

« On suppose ordinairement, dit-il, que dans la solution des problèmes géométriques, les quantités négatives se prennent toujours du côté opposé aux positives. Cela est vrai pour les ordonnées des courbes; mais personne, que je sache, ne l'avait prouvé généralement et rigoureusement avant moi, dans l'article *Courbe* de l'Encyclopédie, et il me semble que cette supposition avait besoin d'être démontrée. J'ai fait voir encore au même endroit que dans l'équation d'une courbe algébrique, il faut supposer

les x négatives, après les avoir supposées positives, pour avoir toutes les branches de la courbe et cela se peut encore démontrer d'une autre manière que je n'ai fait dans l'endroit cité, en transportant l'origine en quelque point du côté des négatives et en faisant

$$x + a = z;$$

l'équation de la courbe sera en y et en z, et si la courbe doit avoir des ordonnées réelles répondantes aux x négatives, il est clair que la courbe dont l'équation est exprimée en y et en z, aura des ordonnées réelles répondant à $z < a$. Il est clair de plus que quelque part qu'on place l'origine des coordonnées, on doit toujours avoir la même courbe. Donc, etc. »

La démonstration de d'Alembert avait éte reproduite par Binet, qui probablement y avait été conduit de lui-même; je l'avais retrouvée de mon côté et publiée en 1842. Poncelet, qui l'attribue à Binet, la rejette, dans ses *Applications d'Analyse et de Géométrie*, parce qu'il s'efforce de faire recevoir comme un axiome son principe de continuité; mais je crois qu'il a tort.

D'Alembert montre ensuite que dans la pratique des coordonnées polaires, si l'on veut retrouver la même courbe que fournirait l'équation transformée en coordonnées Cartésiennes, il convient de porter les valeurs négatives du rayon vecteur dans le sens opposé à celui du vecteur qui marque la coordonnée angulaire. Il a parfaitement raison, et je ne sais par quelle aberration Auguste Comte rejetait cette règle.

D'Alembert discute ensuite quelques cas bien connus où la concordance entre le changement de sens et le changement de signe paraît être en défaut. J'ai montré dans le premier volume

de ma *Théorie des fonctions de variables imaginaires*, que les difficultés de ce genre peuvent se résoudre par la considération des lieux imaginaires conjugués du lieu réel.

Nous reviendrons plus loin sur les *Opuscules* de l'Alembert, qui contiennent encore un grand nombre de choses remarquables; nous croyons bien faire de nous occuper d'abord du principal de ses ouvrages, intitulé :

RECHERCHES SUR LA PRÉCESSION DES ÉQUINOXES ET SUR LA NUTATION DE L'AXE DE LA TERRE, DANS LE SYSTÈME NEWTONIEN.

La solution donnée par d'Alembert de la question qu'il aborde dans cet ouvrage est très longue parce qu'elle n'est qu'approchée : aussi, nous serait-il impossible de suivre l'auteur dans tous les détails où il est naturellement obligé d'entrer, en premier lieu, pour justifier le choix des corrections qu'il fait subir aux équations du problème, pour les rendre traitables, en second lieu pour exposer la méthode d'approximation qu'il adopte dans les calculs numériques qu'il a à effectuer. Mais nous pourrons reproduire la partie du Mémoire qui se rapporte à la mise en équation du problème.

Il s'agit de déterminer les actions exercées séparément par le Soleil et par la Lune sur la Terre considérée comme une sphère entourée du ménisque qui s'étend des pôles à l'équateur en s'épaississant de plus en plus. Ces actions étant déterminées, le problème se réduira à celui du mouvement d'un solide soumis à des forces connues, et nous abandonnerons alors la question, que d'Alembert, au reste, ne pouvait pas traiter de la manière la

plus avantageuse, n'étant pas en possession des trois équations d'Euler

$$A \frac{dp}{dt} - (B - C)qr = L,$$

$$B \frac{dq}{dt} - (C - A)rp = M$$

et

$$C \frac{dr}{dt} - (A - B)pq = N.$$

D'Alembert applique à la question le principe à l'aide duquel il a ramené tous les problèmes de dynamique à des questions de statique; l'emploi de ce principe conduit bien aux équations d'Euler, mais d'Alembert n'y parvient pas effectivement.

Nous réduisons donc notre compte rendu à la détermination, d'après d'Alembert, des deux couples auxquels se réduisent l'action du Soleil et celle de la Lune, sur la Terre ramenée à ne plus se mouvoir qu'autour de son centre de gravité. Toutefois, nous donnerons les résultats auxquels d'Alembert est parvenu, ainsi qu'un résumé de la discussion qu'il a laissée des recherches de Newton sur le même objet.

CHAPITRE PREMIER

De l'action du Soleil et de la Lune sur la Terre considérée comme un sphéroïde aplati.

D'Alembert démontre que l'action de chacun des deux astres sera dirigée dans le plan de cet astre et de la ligne des pôles terrestres : c'est évident, par raison de symétrie; mais, pour établir le fait, d'Alembert décompose l'attraction exercée par le Soleil S, ou la Lune L, sur un point quelconque K du sphéroïde, en deux,

l'une dirigée vers le centre C de ce sphéroïde, ou de la Terre, et l'autre parallèle à la droite menée de C vers l'astre attirant, c'est-à-dire parallèle à CS ou à CL, ce qui le conduit aux conclusions suivantes, dans le cas où l'attraction varie en raison inverse du quarré de la distance : soit KS′ ou KL′ l'attraction subie par le point K, ses composantes $K\gamma$ et $K\sigma$ ou $K\lambda$ seront représentées proportionnellement par $K\gamma$ et par $K\sigma$ ou $K\lambda$ et si

$$\frac{S}{\overline{KS}^2} \quad \text{ou} \quad \frac{L}{\overline{KL}^2}$$

désigne la force attractive elle-même, S ou L étant la masse de l'astre attirant, ses deux composantes seront respectivement représentées par

$$\frac{S}{\overline{KS}^2}\frac{KC}{KS} \quad \text{et} \quad \frac{S}{\overline{KS}^2}\frac{CS}{KS},$$

ou par

$$\frac{L}{\overline{KL}^2}\frac{KL}{KC} \quad \text{et} \quad \frac{L}{\overline{KL}^2}\frac{CL}{KL}.$$

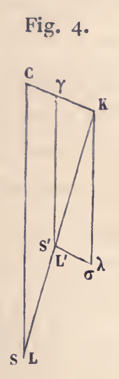
Cela posé, toutes les forces telles que $K\gamma$, dirigées vers lé centre C de la Terre ne pourraient que donner à ce corps un mouvement de translation ; et, puisqu'il s'agit de déterminer le mouvement de la Terre autour de son centre, il n'y aura à considérer que les forces telles que $K\sigma$ ou $K\lambda$.

D'un autre côté, un point de même masse que le point K et placé en C serait attiré parallèlement à CS ou CL par une force égale à

$$\frac{S}{\overline{CS}^2} \quad \text{ou} \quad \frac{L}{\overline{CL}^2};$$

or, si l'on retranche aux forces, supposées parallèles entre elles, qui agissent sur tous les points de même masse d'un solide, des quantités égales, on ne changera pas le mouvement de ce solide par rapport à son centre de gravité : on pourra donc, pour arriver à connaître le mouvement de la Terre par rapport à son centre C, supposer tous ses points K, de mêmes masses, soumis à des

Fig. 4.



forces parallèles les unes à CS et les autres à CL et représentées respectivement par

$$\frac{S.CS}{\overline{KS}^3} - \frac{S}{\overline{CS}^2}$$

et par

$$\frac{S.CL}{\overline{KL}^3} - \frac{L}{\overline{CL}^2}.$$

Enfin, si, dans le sphéroïde terrestre, on sépare par la pensée la sphère décrite sur la ligne des pôles et le ménisque qui entoure cette sphère, puisqu'on sait que l'attraction exercée sur une sphère homogène par un point extérieur se réduit, dans l'hypothèse de la gravitation en raison inverse des quarrés des

distances, à l'attraction qu'exercerait le même point extérieur sur la masse entière de la sphère, réunie en son centre, comme cette force, appliquée au centre du sphéroïde, ne pourra lui imprimer qu'un mouvement de translation, il suffira, pour connaître le mouvement du sphéroïde autour de son centre, de considérer les actions exercées par le Soleil et par la Lune sur les particules composant le ménisque extérieur à la sphère décrite sur la ligne des pôles comme diamètre.

Le calcul devant être identiquement le même, soit qu'il s'agisse du Soleil, soit qu'il s'agisse de la Lune, on pourra se borner à le faire pour le Soleil, par exemple.

Supposons le ménisque décomposé en tranches infiniment minces par des plans perpendiculaires à la ligne des pôles, équidistants entre eux; et chaque tranche décomposée elle-même en sous-éléments par des plans passant par la ligne des pôles, faisant entre eux des angles consécutifs infiniment petits, égaux : la somme des forces parallèles à CS, qu'il y aura lieu de considérer, sera nulle en raison des dispositions prises, et il ne s'agira que d'évaluer la somme des moments de ces forces par rapport à un axe mené du centre C de la Terre perpendiculairement au plan passant par la ligne des pôles et le Soleil.

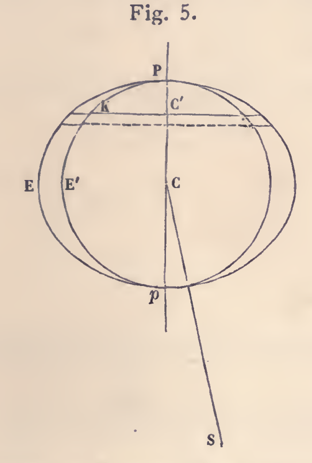
Soient Pp (*fig.* 5) la ligne des pôles terrestres, S le Soleil, PEp un demi-méridien, $PE'p$ le demi-cercle décrit sur la ligne des pôles, dans le plan du méridien PEp, de sorte que le ménisque terrestre serait engendré par la révolution de $PEpE'P$ tournant autour de Pp; $KC' = f$ le rayon intérieur d'une section du ménisque par un plan perpendiculaire à Pp, β la différence des rayons intérieur et extérieur de cette section, X l'angle d'un méridien quelconque avec le méridien PCS pris pour origine,

enfin b, la distance PC′ du pôle au plan de l'une, KC′, des bases de la tranche et par conséquent db l'épaisseur de cette tranche : le volume d'un des éléments du ménisque, décomposé comme il a été dit, sera

$$db.\beta.f.dX$$

La force parallèle à CS, qu'il faudra considérer comme ap-

Fig. 5.



pliquée à cet élément, en raison des conditions du problème, sera donc

$$db.\beta.f.dX\left(\frac{S.CS}{D^3}-\frac{S}{\overline{CS}^2}\right),$$

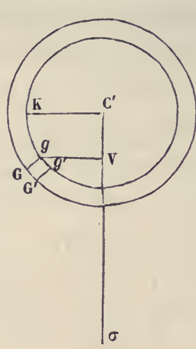
D désignant la distance de l'élément considéré au point S.

Reproduisons le parallèle C′K dans son plan : la ligne des pôles, Pp, sera perpendiculaire au plan du tableau et, si nous supposons que la trace du plan PpS sur le plan du parallèle soit C′σ (*fig.* 6), la distance D d'un point g de l'élément

$$gGG'g' \times db$$

au point S pourra être, sans erreur sensible, remplacée par la distance au même point S de la projection sur le plan PpS du même point g de cet élément, distance qui sera SV.

Fig. 6.



La force parallèle à CS, appliquée à l'élément considéré sera, donc

$$db.\beta.f.d\mathrm{X}\left(\frac{\mathrm{S.CS}}{\mathrm{SV}^3}-\frac{\mathrm{S}}{\overline{\mathrm{CS}}^2}\right).$$

Prenons maintenant pour plan du tableau le plan PCS : soient Pp (*fig.* 7) la ligne des pôles, C le centre de la Terre, CS la direction dans laquelle se trouve le Soleil, V l'angle pCS, KC′ la trace sur le plan PCS du parallèle considéré précédemment, KgK′ le rabattement de ce parallèle sur le plan de la figure, effectué autour de KC′K′ et g le rabattement du point g considéré précédemment : la droite gV perpendiculaire à KK′ sera la droite considérée précédemment sous le même nom, et le triangle SC′V donnera

$$\mathrm{SV}^2=\mathrm{SC}'^2+\mathrm{C'V}^2+2\,\mathrm{C'V.SC'}.\sin\mathrm{V},$$

d'un autre côté, le triangle SC′C donnera de même

$$SC'^2 = SC^2 + CC'^2 + 2CC'.SC.\cos V,$$

d'où, en remplaçant SC'^2 par sa valeur,

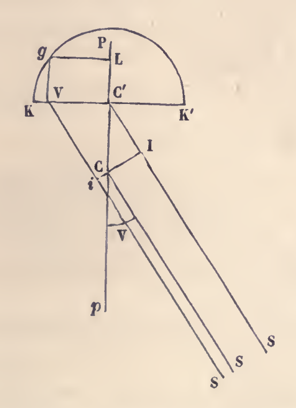
$$SV^2 = SC^2 + CC'^2 + 2CC'.SC.\cos V + C'V^2 + 2C'V.SC'.\sin V;$$

c'est-à-dire, en désignant SC par u, qu'on regardera comme une constante, CC′ par q' et le complément de $KC'g$ par X,

$$SV^2 = u^2 + q'^2 + 2q'u.\cos V + f^2\sin^2 X + 2SC'.f\sin X.\sin V.$$

Mais ici d'Alembert, dont les calculs, ainsi que la figure, du reste,

Fig. 7.



sont très difficiles à suivre, remplace SC′ par SC ou par u, sans dire pourquoi, il pose donc

$$SV^2 = u^2 + q'^2 + 2q'u\cos V + f^2\sin^2 X + 2uf\sin X\sin V,$$

ou, en négligeant q'^2 et $f^2\sin^2 X$, qui sont en effet très petits par rapport aux autres termes,

$$SV^2 = u^2 + 2q'u\cos V + 2uf\sin X\sin V;$$

d'où

$$SV = \sqrt{u^2 + 2q'u\cos V + 2uf\sin X\sin V}.$$

Il en résulte pour la force

$$db.\beta.dX\left(\frac{S.CS}{\overline{SV}^3} - \frac{S}{CS^2}\right)$$

une expression que d'Alembert réduit à

$$-3db.\beta.f.dX.S.(q'\cos V + f\sin X\sin V)\frac{1}{u^3}.$$

Il reste à exprimer le moment de cette force, dirigée suivant VS, par rapport à une perpendiculaire au plan PCS, élevée en C, perpendiculaire qui, dans la dernière figure, se projetterait en C. Ce moment est le produit de la force par la perpendiculaire Ci abaissée de C sur VS.

Mais, si l'on prolonge iC jusqu'à sa rencontre en I avec C'S,

$$\begin{aligned} Ci &= Ii - CI \\ &= C'V\cos V - CC'\sin V \\ &= f\sin X\cos V - q'\sin V. \end{aligned}$$

En résumé la somme des moments cherchés sera

$$-\frac{3S}{u^3}\int db\int \beta f(q'\cos V + f\sin X\sin V)(f\sin X\cos V - q'\sin V)dX:$$

dans la première intégration, qui se fera par rapport à X, que l'on fera varier de o à 2π, f ainsi que q' et β resteront constants; mais dans la seconde, qui se fera par rapport à b, que l'on fera varier entre o et $2a$, $2a$ désignant le diamètre polaire, q' ne sera autre chose que $a-b$; quant à f qui sera la moyenne proportionnelle entre b et $2a-b$, il devra être remplacé par

$$\sqrt{2ab - b^2};$$

enfin β, qui représente l'épaisseur du ménisque à la distance b

du pôle, pourra être remplacé par αf, α désignant le rapport au rayon polaire de la différence entre le rayon équatorial et le rayon polaire, parce que l'on pourra supposer que l'épaisseur du ménisque varie proportionnellement au rayon du parallèle.

Enfin u et V seront regardés comme des constantes, parce qu'il ne s'agit que d'obtenir la somme des moments considérés à une époque donnée.

D'Alembert réduit à

$$\left(q'^2 - \frac{f^2}{2}\right)\cos V \sin V\, dX$$

la quantité placée sous le signe $\int$ dans la première intégrale, en omettant les termes qui donneraient une somme nulle, et il en résulte que la première intégrale a pour valeur

$$2\pi\left(q'^2 - \frac{f^2}{2}\right)\cos V \sin V\,;$$

il ne reste donc qu'à obtenir l'intégrale

$$-\frac{3}{u^3}2\pi.\cos V \sin V.S\int db.f^2\alpha.\left(q'^2 - \frac{f^2}{2}\right)$$

ou, comme α est une constante,

$$-\frac{6\pi S.\alpha.\cos V \sin V}{u^3}\int_0^{2a} db(2ab - b^2)\left[(a-b)^2 - \frac{2ab - b^2}{2}\right],$$

c'est-à-dire

$$-\frac{6\pi S.\alpha.\cos V \sin V}{2u^3}\int_0^{2a} db(2ab - b^2)(2a^2 - 6ab + 2b^2).$$

Cette intégrale se réduit à

$$\frac{3\pi S.\alpha.\cos V \sin V}{u^3}\,\frac{4a^5}{15}.$$

Telle est l'expression de la somme des moments par rapport à l'axe du méridien terrestre qui contient le Soleil à un moment donné, des actions exercées par cet astre sur toutes les particules qui composent la Terre, ces forces étant ramenées, comme il a été dit, à avoir une résultante de translation nulle, passant par le centre de la Terre.

Il est évident que le calcul relatif aux actions exercées par la Lune serait entièrement identique au précédent et qu'il n'y aurait qu'à remplacer dans le résultat la masse S du Soleil par la masse L de la Lune, la distance u du Soleil à la Terre par la distance u' de la Lune à la Terre et l'angle V de la ligne des pôles terrestres avec la direction dans laquelle se trouve le Soleil par l'angle V′ de la même ligne des pôles terrestres avec la direction dans laquelle se trouverait la Lune. Seulement les moments seraient alors pris par rapport à l'axe du méridien terrestre qui contiendrait la Lune à l'instant considéré.

La somme de ces moments serait donc

$$\frac{3\pi . L . \alpha . \cos V' \sin V'}{u'^3} \frac{4a^5}{15}.$$

Ainsi la question se réduit à déterminer le mouvement de la ligne des pôles terrestres connaissant les plans et les moments de deux couples bien déterminés appliqués à notre planète.

Nous avons déjà dit que nous ne pourrions pas suivre plus loin d'Alembert; nous devons cependant ajouter qu'il établit alors, à l'aide de son principe, les équations du mouvement d'un solide quelconque soumis à des forces quelconques, moins heureusement, il est vrai, que ne le fit ensuite Euler; mais il convient de remarquer que c'est lui qui posa le premier la ques-

tion et montra qu'elle pouvait être résolue; or la première solution d'une question difficile est plus méritoire qu'une autre, même plus parfaite. Du reste le principe commun des deux solutions appartenait à notre compatriote.

Voici comment, à ce propos, d'Alembert énonce son principe :

« Soit un corps qui se meuve d'un mouvement quelconque, et dont toutes les parties aient chacune une vitesse différente représentée par l'indéterminée u, dans un instant quelconque : soient aussi tant de forces accélératrices qu'on voudra, ψ, ψ', ..., qui agissent sur ce corps, et en vertu desquelles la vitesse u que chaque partie a dans un instant quelconque, soit changée, l'instant suivant, en une autre vitesse u' différant pour chaque partie. Je dis que si l'on regarde la vitesse u comme composée de la vitesse u' et d'une autre vitesse u'', qui est infiniment petite, le système de toutes les parties du corps, animées chacune de la vitesse u'' doit être en équilibre avec les forces ψ, ψ', ... »

D'Alembert établit donc les équations du mouvement de la Terre soumise aux deux couples précédemment déterminés et il intègre ensuite ces équations par approximation. Il parvient ainsi à déterminer la précession annuelle de l'équinoxe et le mouvement de nutation de la ligne des pôles de notre planète.

Nous nous bornons à constater que les résultats auxquels il arrive sont remarquablement peu éloignés de ceux que fournissent les observations directes.

D'Alembert entre ensuite dans la discussion de la solution proposée par Newton du problème de la précession des équinoxes. Nous reproduisons quelques-unes des remarques qu'il fait à ce sujet.

« Newton paraît n'avoir pas porté dans l'explication de ce

phénomène, la lumière qu'il a répandue sur tant d'autres. Il trouve, à la vérité, par une méthode dont on ne saurait trop admirer la finesse, que la précession annuelle des équinoxes doit être de 50 secondes, telle qu'elle est en effet. Mais si l'on ne saurait désirer une plus grande exactitude dans l'accord de ses calculs avec les observations, il me semble qu'il n'en est pas de même des principes sur lesquels son analyse est appuyée.

« Pour déterminer le mouvement de l'axe de la Terre, M. Newton suppose que la masse de toute l'enveloppe extérieure du globe soit, pour ainsi dire, resserrée et réduite à un seul anneau très mince et très dense, placé dans le plan de l'équateur. Ensuite faisant abstraction du globe, il imagine que les particules dont l'anneau est composé soient une infinité de petites Lunes adhérentes entre elles, et qui, entraînées par le mouvement diurne des points de l'équateur, tournent en un jour autour du centre de la Terre, à la distance de son demi-diamètre. M. Newton trouve, par la théorie de l'attraction, que les nœuds de ces petites Lunes devraient rétrograder chaque année d'Orient en Occident d'environ 45 minutes. Voilà quel serait, selon ce grand Géomètre, le mouvement des points équinoxiaux, si l'enveloppe dont nous avons parlé était réduite à un anneau solide placé dans le plan de l'Equateur, et que le globe fût supposé anéanti, et ce mouvement qui est déjà si considérable par rapport à la précession réelle des Equinoxes, aurait été trouvé beaucoup plus grand, si l'on avait eu égard à l'action de la Lune. Mais plusieurs circonstances concourent à le diminuer considérablement et M. Newton paraît les combiner avec tant d'adresse, qu'il réduit la précession à n'être précisément que de 50 secondes, tel que le donnent les observations.

Voici en général les principes qu'il emploie pour arriver à un résultat si frappant.

« Le mouvement de 45 minutes que l'anneau devrait avoir s'il était seul, doit se partager entre lui et tout le globe auquel il est adhérent, et comme la masse du globe est beaucoup plus grande que celle de l'anneau, la distribution du mouvement doit se faire de manière que la vitesse annuelle de 45 minutes en soit très diminuée. En effet, etc.

« Une seconde circonstance contribue à diminuer encore le mouvement de l'anneau; c'est que l'action du Soleil sur l'enveloppe réelle qui entoure le globe n'est que les deux cinquièmes de l'action de cet astre sur l'anneau où nous avons supposé d'abord que toutes les particules de l'enveloppe étaient réunies. Enfin, l'inclinaison de l'astre terrestre au plan de l'écliptique doit modifier aussi l'action du Soleil.

« Toutes ces remarques étant rapprochées et combinées par le calcul, M. Newton trouve que le mouvement annuel et rétrograde de la section de l'équateur et de l'écliptique, causé par l'action seule du Soleil, doit être de 10 secondes par an. Or l'action seule de la Lune doit produire, selon lui, un mouvement quadruple de celui-là, c'est-à-dire de 40 secondes; d'où il conclut, qu'en conséquence des deux actions réunies, le mouvement des points équinoxiaux doit être de 50 secondes.

« Une conformité si exacte entre le calcul et le phénomène, paraît sans doute une des preuves les plus favorables au système de l'attraction. Mais les conséquences qui en résultent perdront de leur force, si quelques-unes des propositions qui servent de base à la théorie de M. Newton sont ou douteuses ou ou peu exactes.

« J'oserais dire que j'ai tout lieu de le croire, si je ne savais avec quelle retenue, et, pour ainsi dire, avec quelle superstition on doit juger les grands hommes.

« Avant que d'entrer là-dessus dans aucun détail, je crois devoir faire une observation qui ne sera peut-être pas jugée inutile. »

D'Alembert explique ici que ce n'était pas tout à fait même chose de considérer, dans le plan de l'équateur, des petites Lunes indépendantes les unes des autres, ou un anneau solide dont les parties fussent solidaires; mais qu'il a vérifié que le moyen mouvement est le même dans les deux cas; et il ajoute qu'on était en droit d'exiger la démonstration du fait. Les remarques qui suivent lui paraissent, dit-il, un peu plus importantes.

« En premier lieu, M. Newton suppose que la Terre est homogène et que la différence des axes est $\frac{1}{230}$, mais les dernières observations ne donnent plus pour cette différence que $\frac{1}{178}$ (on sait qu'on la regarde aujourd'hui comme égale à $\frac{1}{299}$). Cette erreur, si c'en est une, ne saurait être imputée à M. Newton, mais je crois qu'on doit avouer que le peu de certitude de l'hypothèse rend la théorie insuffisante. (On voit que la théorie de d'Alembert comporterait la même critique si notre philosophe avait conçu à l'avance le dessein arrêté de faire accorder le résultat de ses calculs et celui des observations, mais il donne ce qu'il trouve.)

« En second lieu, il me semble qu'on peut former quelques doutes sur le rapport établi par M. Newton entre les forces que le Soleil et la Lune exercent sur la Terre. »

D'Alembert note ici que Newton a déduit la valeur de ce

rapport, qu'il trouvait égal à $\frac{1}{4}$, de la comparaison des actions exercées par les deux astres sur les eaux de la mer, mais que Daniel Bernoulli arrive, par les mêmes moyens, à la valeur $\frac{2}{5}$. Il ajoute qu'il vaudrait mieux, au contraire, déduire cette inconnue de la précession constatée, que de fonder la théorie de la précession sur une donnée si peu sûre.

« Jusqu'ici les observations que nous avons osé faire à M. Newton ne tombent que sur des hypothèses incertaines, ou tout au plus sur des erreurs de fait qu'il n'était pas à portée de corriger, ni même de connaître. Mais voici, ce me semble, une méprise plus réelle : c'est celle où il paraît tomber en calculant le mouvement que l'action du Soleil doit produire dans l'axe de la Terre. Je ne crois pas que le mouvement de l'enveloppe extérieure du Globe et celui de l'anneau auquel on a réduit cette enveloppe doivent être entre eux comme les forces qui les animent, comme M. Newton semble le supposer. Car, quoique les masses soient égales, elles sont différemment distribuées.

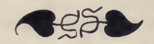
« Enfin M. Newton tombe encore, si je ne me trompe, dans une autre méprise, par la façon dont il partage, entre le globe et l'anneau, le mouvement que l'anneau devrait avoir s'il était isolé et non adhérent au globe.

« Au reste, M. Newton ne paraît pas faire toute l'attention convenable au mouvement de rotation de la Terre autour de son axe, mouvement qui se combine avec l'action du Soleil et de la Lune et doit influer pour beaucoup sur la quantité de la précession. »

D'Alembert ajoute qu'il croit avoir démontré dans son ouvrage qu'en ayant égard à ce mouvement, Newton aurait dû trouver 23″ à 24″ pour la précession due à l'action seule du Soleil.

« L'accord apparent des calculs de ce grand Géomètre avec les observations ne paraît donc pas aussi favorable à l'Attraction qu'on aurait pu le croire. »

Cette dernière phrase ne signifie pas que d'Alembert doute de l'exactitude de la loi de la gravitation. Elle veut dire qu'il y aurait contradiction à admettre à la fois la loi de la gravitation et les principes adoptés par Newton dans sa théorie de la précession des équinoxes.



RECHERCHES SUR DIFFÉRENTS POINTS IMPORTANTS DU SYSTÈME DU MONDE. — *Paris* 1754.

Ce grand ouvrage contient, dans une première Partie, la solution proposée par d'Alembert du problème des trois corps, en vue d'arriver à une théorie de la Lune plus complète que celle qu'avait laissée Newton; et, dans la seconde Partie, l'application des mêmes méthodes à la théorie des principales planètes. Nous ne nous occuperons que de la première partie et, dans cette partie, que du problème des trois corps seulement. Nous nous bornerons pour le reste à l'extrait suivant, qui rendra suffisamment compte de la méthode.

« La détermination de l'orbite de la Lune autour de la Terre dépend de trois éléments; de la projection de cette orbite sur le plan de l'Ecliptique, qui donne pour chaque instant le lieu de la Lune dans l'Ecliptique même, de la position que doit avoir dans un instant quelconque la ligne des nœuds, enfin de l'inclinaison de l'orbite dans ce même instant : connaissant ces trois éléments on connaîtra évidemment le lieu de la Lune dans le ciel. Il est

vrai que la plupart des Géomètres, qui ont jusqu'ici traité des mouvements de la Lune, considèrent d'abord son orbite réelle, qu'ils regardent comme un plan mobile sur l'Ecliptique, et qu'ensuite ils rapportent à l'Ecliptiqne les mouvements de la Lune dans ce plan; mais il me paraît beaucoup plus simple et plus commode de considérer d'abord le mouvement de la Lune dans l'Ecliptique même, c'est-à-dire la projection de son orbite sur l'Ecliptique. Deux raisons me font parler ainsi : la première, c'est que par cette méthode on a immédiatement le lieu de la Lune dans l'Ecliptique, sans avoir besoin de le déduire du lieu de la Lune dans son orbite réelle, laquelle change à chaque instant de position; la seconde, c'est que le Soleil, la Terre et la Lune, ou plutôt la planète feinte qui est comme la projection de la Lune dans l'Ecliptique, exécutent leurs mouvements dans un même plan; circonstance qui facilite un peu le Problème.

« Par le principe de la composition des forces, toutes les puissances qui agissent à chaque instant sur la Lune ou sur le mobile qui la représente, peuvent être réduites à deux autres, dont l'une soit dirigée vers la Terre, et l'autre soit perpendiculaire au rayon vecteur. Ainsi il faut d'abord déterminer l'équation de l'orbite décrite en vertu de ces deux forces. Une simple analogie fait connaître la puissance qui tendant uniquement vers la Terre, ferait décrire à la Lune son orbite telle qu'elle est; cette puissance ainsi qu'il est aisé de le présumer, renferme les deux forces dont il s'agit; et comme on connaît depuis longtemps l'équation de l'orbite décrite en vertu d'une seule puissance dirigée vers un point fixe, on parvient sans peine à une équation différentielle du second degré, qui est celle de l'orbite Lunaire. On peut sans doute arriver à cette équation par différents chemins, mais plu-

sieurs seraient assez embarrassés, et nul d'entr'eux, si je ne me trompe, n'est aussi simple que celui que j'ai suivi.

« Cette équation étant trouvée, on n'a encore surmonté qu'une très petite partie des obstacles. L'intégration de l'équation en présente de nouveaux, premièrement en elle-même, et ensuite relativement à la nature de la question proposée. En effet, non seulement il faut trouver une Méthode pour intégrer cette équation aussi exactement qu'on voudra par approximation, méthode qui ne se présente pas facilement, et qui demande plusieurs adresses de calcul. Il faut encore savoir distinguer les termes qui doivent entrer dans cette approximation. Quelques-unes des quantités qui paraîtraient devoir être négligées, à cause de la petitesse des coefficients qu'elles ont dans la différentielle, augmentent beaucoup par l'intégration et deviennent très sensibles dans l'expression du rayon vecteur de l'orbite. Quelques autres qui paraissent assez petites dans l'expression du rayon vecteur, ou qui ont déjà augmenté par l'intégration, deviennent beaucoup plus sensibles, ou mêmes assez grandes, par l'intégration nouvelle dont on a besoin pour tirer de l'expression du rayon vecteur celle du temps que la Lune employe à parcourir un arc quelconque. Ce sont ces différentes quantités, l'attention qu'il faut y avoir, la nécessité de n'en omettre aucune, l'ordre et le degré qu'il faut distinguer entr'elles, qui rendent surtout épineuse l'Analyse des mouvements de la Lune. »

On voit par ces dernières phrases combien il eut été impossible, dans un Ouvrage d'une étendue nécessairement bornée par bien des conditions, de rendre un compte complet du Traité qui nous occupe.

Je dois avertir, au reste, que cette impossibilité se représenterait tout aussi grande, à partir de la période à laquelle nous sommes parvenus, pour la plupart des ouvrages dont nous aurons encore à faire mention; elle devait être prévue et je pense qu'elle ne me sera pas reprochée. Le lecteur voudra bien considérer en effet que s'il y avait un grand service à rendre en faisant connaître avec détails les ouvrages qu'il est le plus dificile de se procurer et qu'on ne peut d'ailleurs comprendre sans une étude approfondie, à cause des singularités qu'ils nous présentent, en raison du point de vue où nous a placés notre éducation, il n'en est plus du tout de même des ouvrages modernes que tout le monde peut lire sans difficultés.

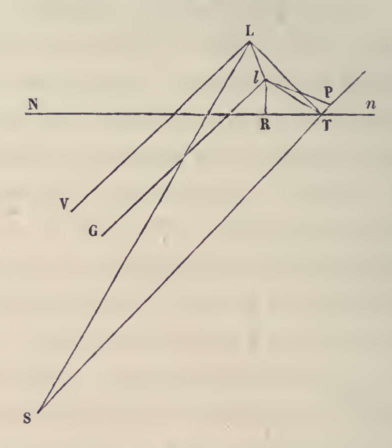
Il y a plus : ces ouvrages se spécialisent de plus en plus, en sorte que peu de personnes éprouvent le besoin de les connaître tous; il y a donc lieu de laisser à chacun le soin de faire son choix lui-même. Il n'y a par conséquent plus aucun inconvénient à reprendre les anciens errements au sujet de la manière d'écrire l'histoire des sciences; je veux dire qu'il suffira dorénavant que le lecteur soit instruit de l'existence des ouvrages dont il pourrait avoir besoin et qu'on lui apprenne en peu de mots ce qu'ils contiennent. Plus tard, lorsque ces ouvrages auront vieilli, d'autres se dévoueront pour en donner l'analyse, dans des monographies, car aucun ouvrage ne pourrait contenir tout ce qu'il y aurait d'intéressant à en extraire.

Problèmes des trois corps.

Soient S le Soleil, considéré comme un point fixe, T la Terre en un point quelconque de son orbite, L la Lune aussi en un

point quelconque de la sienne, SNn le plan de l'Écliptique, c'est-à-dire de l'orbite terrestre, Nn la ligne des nœuds de l'orbite de la Lune, Ll une perpendiculaire abaissée du centre de la Lune sur le plan de l'Écliptique, enfin lR la perpendiculaire abaissée

Fig. 8.



de l sur Nn : l'action exercée par la Terre sur l'unité de masse de la Lune serait

$$\frac{T}{\overline{TL}^2},$$

T désignant la masse de la Terre; mais la Lune exercerait en sens contraire sur l'unité de masse de la Terre, une action représentée par

$$\frac{L}{\overline{TL}^2},$$

L désignant la masse de la Lune; et si l'on veut connaître le mouvement relatif de la Lune par rapport à la Terre, il faudra

considérer l'unité de masse de la Lune comme sollicitée, dans la direction LT, par une force égale à

$$\frac{T+L}{\overline{TL}^2}.$$

Quant au point l, qui est le mobile que l'on veut considérer, il sera attiré vers T par une force égale à

$$\frac{T+L}{\overline{TL}^2}\frac{Tl}{TL}=\frac{(T+L)Tl}{\overline{TL}^3},$$

puisque $\frac{Tl}{TL}$ représente le cosinus de l'angle LTl.

D'un autre côté, l'unité de masse de la Lune est attirée vers le Soleil par une force dirigée suivant LS et égale à

$$\frac{S}{\overline{SL}^2},$$

S désignant la masse du Soleil. Cette force peut être décomposée en deux, l'une suivant LT et l'autre suivant une parallèle LV à TS. Soient X et Y ces deux composantes, on aura

$$\frac{X}{\sin SLV}=\frac{Y}{\sin SLT}=\frac{S}{\overline{SL}^2}\frac{1}{\sin VLT},$$

d'où

$$X=\frac{S}{\overline{SL}^2}\frac{\sin SLV}{\sin VLT}=\frac{S}{\overline{SL}^2}\frac{LT}{SL}=\frac{S.LT}{\overline{SL}^3}$$

et

$$Y=\frac{S}{\overline{SL}^2}\frac{\sin SLT}{\sin VLT}=\frac{S}{\overline{SL}^2}\frac{ST}{SL}=\frac{S.ST}{\overline{SL}^3}.$$

La force X serait appliquée à l'unité de masse de la Lune dans la direction LT, et si l'on veut avoir sa composante appliquée

au mobile l, dans la direction lT, il faudra aussi la réduire dans le rapport

$$\frac{Tl}{TL},$$

ce qui donnera, pour la valeur de la force à considérer,

$$X' = \frac{S.Tl}{\overline{SL}^3}.$$

Enfin la force Y appliquée à la Lune L suivant LV pourra être regardée comme égale à celle qu'on devrait considérer comme appliquée à l, dans une direction lG parallèle à LV ou à TS, à cause de la petitesse de l'angle LSl; mais il faudra, pour réduire la Terre au repos, diminuer cette force de l'attraction exercée par le Soleil sur l'unité de masse de la Terre, c'est-à-dire de

$$\frac{S}{\overline{ST}^2},$$

ce qui donnera pour la force appliquée au mobile l, dans la direction lG, l'expression

$$Y' = \frac{S.ST}{\overline{SL}^3} - \frac{S}{\overline{ST}^2}.$$

Cette dernière force, peut encore être décomposée en deux, dirigées l'une suivant lT et l'autre suivant une perpendiculaire à lT, menée par le point l, et les expressions de ces composantes, si l'on désigne par θ l'angle lTP seront

$$Y' \cos\theta \quad \text{et} \quad Y' \sin\theta$$

c'est-à-dire

$$\left(\frac{S.ST}{\overline{SL}^3} - \frac{S}{\overline{ST}^2}\right) \cos\theta$$

et

$$\left(\frac{\text{S.ST}}{\overline{\text{SL}}^3} - \frac{\text{S}}{\overline{\text{ST}}^2}\right)\sin\theta.$$

En résumé, le mobile l est soumis à deux forces dont la première, dirigée suivant le rayon vecteur lT est la somme

$$\frac{\text{T}+\text{L})\text{T}l}{\overline{\text{TL}}^3} + \frac{\text{S.T}l}{\overline{\text{SL}}^3} + \left(\frac{\text{S.ST}}{\overline{\text{SL}}^3} - \frac{\text{S}}{\overline{\text{ST}}^2}\right)\cos\theta$$

des trois composantes obtenues dans la décomposition précédente, et dont la seconde, dirigée perpendiculairement au rayon vecteur, est

$$\left(\frac{\text{S.ST}}{\overline{\text{SL}}^3} - \frac{\text{S}}{\overline{\text{ST}}^2}\right)\sin\theta;$$

d'Alembert désigne respectivement ces deux forces par Ψ et Π; on peut les exprimer en fonction du rayon vecteur Tl, représenté par x, de l'angle lTn, représenté par V, de la tangente m de l'angle de l'orbite LNn de la Lune (à l'instant considéré) avec le plan de l'Écliptique; et de la distance ST représentée par B′. (Nous respectons les affreuses notations de d'Alembert.) On trouve aisément

$$\Psi = \frac{\text{T}+\text{L}}{x^2(1+m^2\sin^2\text{V})^{\frac{3}{2}}} + \frac{\text{S}.x}{(\text{B}'^2 + x^2 + 2\,\text{B}'x\cos\theta + m^2x^2\sin^2\text{V})^{\frac{3}{2}}}$$
$$+ \left[\frac{\text{S.B}'}{(\text{B}'^2 + x^2 + 2\,\text{B}'x\cos\theta + m^2x^2\sin^2\text{V})^{\frac{3}{2}}} - \frac{\text{S}}{\text{B}'^2}\right]\cos\theta$$

et

$$\Pi = \left[\frac{\text{S.B}'}{(\text{B}'^2 + x^2 + 2\,\text{B}'x\cos\theta + m^2x^2\sin^2\text{V})^{\frac{3}{2}}} - \frac{\text{S}}{\text{B}'^2}\right]\sin\theta.$$

De sorte que la question est ramenée à déterminer le mouvement du point l soumis aux deux forces Ψ et Π, dirigées l'une suivant le rayon vecteur lT et l'autre perpendiculairement à ce rayon vecteur.

La méthode suivie par d'Alembert dans ce qui précède, lui est déjà toute personnelle, comme il l'a expliqué lui-même dans le passage que nous avons transcrit, mais ce que sa solution a de particulièrement original se trouve dans le procédé qu'il emploie pour arriver à l'équation de l'orbite du mobile, c'est-à-dire du point l, en débarrassant la question de la recherche de la loi du mouvement sur cette orbite, ou, plutôt, en substituant à cette loi une autre loi dont il ne s'occupe pas, pourvu que la trajectoire ne change pas.

Le mobile qu'il a à considérer est soumis à l'action de deux forces, l'une Ψ dirigée vers un point fixe T, l'autre Π perpendiculaire au rayon vecteur; et, comme on a l'équation de la trajectoire d'un mobile soumis à l'action d'une seule force Q, dirigée vers un point fixe, il se propose de déterminer en fonction de Ψ et Π la force unique Q qui, dirigée vers le même centre fixe T, entraînerait le mobile considéré le long de la trajectoire même que lui font parcourir les forces Ψ et Π, avec une loi de mouvement différente.

Pour cela, il remarque qu'une courbe quelconque pourra toujours être la trajectoire d'un mobile soumis à l'action d'une force, convenablement déterminée, dont la direction passerait sans cesse par un point arbitrairement choisi dans le plan de cette courbe, ce qui est évident, puisque si l'aire de la courbe était divisée en secteurs infiniment petits égaux, ayant pour sommet

commun le point choisi et que la loi de mouvement fût telle que les arcs formant les bases de ces secteurs fussent parcourus dans des temps égaux, la force mouvante passerait nécessairement à chaque instant par le point choisi.

Pour que l'échange de forces puisse se faire, sans altération de la trajectoire, il faut que la déviation soit la même dans les deux cas, pour le même angle au centre. D'Alembert exprime donc cette déviation dans les deux cas et, en égalant ses expressions, il trouve l'équation propre à déterminer Q, laquelle donne

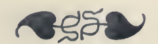
$$Q = \frac{\Psi + \Pi \frac{dx}{x\,dz}}{1 + \frac{2}{g^2 h^2} \int \Pi x^3 dz},$$

formule dans la quelle z désigne l'angle décrit par le rayon vecteur, à partir de l'origine choisie, g la vitesse du mobile à cette origine et h le sinus de l'angle de cette vitesse initiale avec le rayon vecteur initial.

Cela posé, l'équation connue de la trajectoire du mobile soumis à l'action de la force Q serait

$$dz = -\frac{dx}{x^2 \sqrt{\frac{1}{h^2} - \frac{2}{g^2} \int Q\,dx - \frac{1}{x^2}}}:$$

on aura donc l'équation différentielle de la trajectoire cherchée en remplaçant dans cette dernière équation Q par la valeur qu'on vient d'obtenir en fonction de Ψ et de Π, et ensuite Ψ et Π par leurs valeurs trouvées précédemment.



OPUSCULES MATHÉMATIQUES OU MÉMOIRES SUR DIFFÉRENTS SUJETS DE GÉOMÉTRIE, DE MÉCANIQUE, D'ASTRONOMIE, ETC.

Formant huit volumes publiés de 1761 *à* 1780.

Nous croyons devoir donner les titres de tous ces mémoires que le lecteur peut avoir besoin de consulter.

TOME PREMIER.

I. — Recherches sur les vibrations des cordes sonores.

II. — Du mouvement d'un corps de figure quelconque, animé par des forces quelconques.

III. — Recherches sur les oscillations d'un corps quelconque qui flotte sur un liquide.

IV. — Réflexions sur les lois du mouvement des fluides.

V. — Démonstration du principe de la composition des forces.

VI. — Sur les logarithmes des quantités négatives.

VII. — De la surface des cônes obliques.

VIII. — Remarques sur quelques questions concernant l'attraction.

IX. — Doutes sur différentes questions d'optique.

TOME II.

X. — Réflexions sur le calcul des probabilités.

XI. — Sur l'application du calcul des probabilités à l'inoculation de la petite vérole.

XII. — Application de ma solution du problème des trois corps à la théorie des Comètes.

XIII. — Réflexions sur la Comète de 1682 et 1759.

XIV. — Réflexions sur le problème des trois corps, avec de nouvelles tables de la Lune, d'un usage très simple et très facile.

XV. — De la libration de la Lune.

TOME III.

XVI. — Essais sur les moyens de perfectionner les verres optiques.

XVII. — De l'aberration qui provient de la sphéricité des verres, — de l'aberration des rayons, lorsque le point rayonnant est hors de l'axe de la lentille.

XVIII. — Théorie de l'aberration des lentilles, considérée par rapport à l'œil.

XIX. — Dimensions des lentilles composées.

XX. — Recherches sur la réfraction.

TOME IV.

XXI. — Recherches sur les axes de rotation d'un corps de figure quelconque, qui n'est animé par aucune force accélératrice.

XXII. — Du mouvement d'un corps de figure quelconque.

XXIII. — Extrait de plusieurs lettres de l'auteur sur la solution d'un problème, sur un paradoxe géométrique, sur un autre paradoxe, sur la chaleur communiquée par un globe ardent, sur le calcul des probabilités, sur l'analyse des jeux, sur la durée de la vie, sur un mémoire de M. Bernoulli concernant l'inoculation.

XXIV. — Nouvelles recherches sur les verres optiques.

XXV. — Nouvelles réflexions sur les vibrations des cordes sonores.

XXVI. — Recherches de Calcul intéral.

XXVII. — Extraits de lettres sur le Calcul des probabilités et sur les calculs relatifs à l'inoculation.

XXVIII. — Sur la forme des racines imaginaires; sur la manière de déterminer certaines fonctions; démonstration analytique du principe de la force d'inertie; sur une méthode pour trouver la hauteur méridienne du Soleil.

XXIX. — Réflexions sur la théorie de la Lune et en général sur le problème des trois corps.

TOME V.

XXX. — Sur l'équilibre des fluides.

XXXI, XXXII, XXXIII et XXXIV. — Nouvelles réflexions sur les lois du mouvement des fluides.

XXXV. — Sur les suites et sur les racines imaginaires.

XXXVI. — Sur la loi de la compression des ressorts; sur un problème concernant les sinus; sur les tables de mortalité; sur quelques différentielles réductibles à des arcs de sections coniques.

XXXVII. — Remarques sur une difficulté singulière qui se rencontre dans la solution du problème de la précession des Equinoxes.

XXXVIII. — De la forme la plus avantageuse que l'on puisse donner à l'équation différentielle de l'orbite lunaire.

XXXIX. — De l'intégration de l'équation de l'orbite lunaire.

XL. — Examen de quelques autres points importants de la théorie de la Lune.

XLI. — De la résistance que les Planètes et les Comètes peuvent éprouver dans leur mouvement.

XLII. — Du mouvement des apsides quand la force centrale

n'est pas exactement en raison inverse du quarré de la distance; sur le mouvement des nœuds des Satellites; sur l'altération du mouvement des Comètes dans le système de la gravitation.

XLIII. — Des lois de la réfraction de la lumière, dans l'hypothèse de l'attraction newtonienne.

XLIV. — Additions à quelques-uns des mémoires précédents.

TOME VI.

XLV. — Recherches sur quelques points d'astronomie physique, principalement sur la figure de la Terre.

XLVI, XLVII et XLVIII. —Suite des recherches sur la figure de la Terre.

XLIX. — Éclaircissements sur une prétendue loi de la réfraction.

L. — Sur quelques points d'Astronomie physique.

LI. — Sur différentes questions de mécanique; sur un problème de Calcul intégral; sur les fonctions algébriques; sur la loi de l'attraction.

TOME VII.

LII. — Sur la théorie des ressorts; sur le Calcul des probabilités; sur des différentielles réductibles aux arcs de sections coniques.

LIII. — Sur l'attraction des sphéroïdes elliptiques.

LIV. — Recherches sur l'optique.

LV. — Sur le mouvement des corps pesants, en ayant égard à la rotation de la Terre autour de son axe; sur la rotation d'un corps de figure quelconque; sur l'intégration de quelques équations différentielles.

TOME VIII.

LVI. — Nouvelles réflexions sur les lois de l'équilibre des fluides; sur quelques questions de Mécanique; sur les annuités.

LVII. — Nouvelles recherches sur le mouvement des fluides dans des vases.

LVIII. — Sur les perturbations des Comètes; sur les quantités négatives; sur la multisection de l'angle; sur la figure de la Terre; sur le passage des rayons à travers l'atmosphère; sur les fonctions discontinues; sur les courbes à courbure multiple; sur les frottements; sur la théorie des intégrales singulières; sur une question d'optique; sur la cause des vents.

On voit par cette table que les *opuscules* sont un peu décousus : ils sont cependant fort intéressants à cause des nombreuses réflexions qu'ils renferment, des discussions qu'on y rencontre sur les ouvrages des contemporains de l'auteur, enfin des questions d'Histoire des Sciences qui y sont traitées. Du reste ils forment des compléments indispensables aux Ouvrages didactiques de l'Auteur.

Nous regrettons d'être obligé de nous borner à bien peu de mots sur tant de beaux mémoires.

Recherches sur les vibrations des cordes sonores.

Ce mémoire est la reproduction améliorée de celui que d'Alembert avait donné sur le même sujet, en 1747, dans le recueil de l'Académie de Berlin ; la solution du problème est la même, la démonstration seule est changée.

Soient AMB la corde vibrante, fixée en A et en B, (*fig.* 9) $AB = a$,

AP $= x$, PM $= y$ et M$m = ds$, ou dx, car on pourra confondre ces deux éléments, la corde s'éloignant toujours très peu de sa figure rectiligne AB : le mouvement étant supposé avoir lieu de P vers M, l'élément Mm sera soumis à une force rétardatrice dont l'intensité rapportée à l'unité de masse sera désignée par F, et l'on aura

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \quad \text{F}.$$

d'Alembert, il est vrai, pose

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{\text{F}.2e}{p\theta^2},$$

p désignant l'intensité de la pesanteur, que nous appelons ordinairement g, et e le chemin vertical parcouru par un corps pesant, dans le temps θ; mais comme

Fig. 9.

$$e = \frac{1}{2}p\theta^2,$$

il en résulte

$$\frac{2e}{p\theta^2} = 1;$$

en sorte qu'on n'aperçoit pas tout d'abord le motif qui a guidé l'auteur.

D'Alembert admet comme Taylor que la force F peut être représentée par le produit de la tension en M par l'angle de contingence en ce point, et par l'inverse de la masse Mm ou dx.

Il suppose, aussi comme Taylor, que la tension de la corde est

la même en tous ses points et il la représente par une fraction m du poids pa de la corde.

L'angle de contingence s'exprime par la formule

$$d\varphi = \frac{d^2y}{dx^2}\left(\frac{dx}{ds}\right)^2 dx,$$

mais d'Alembert la réduit à

$$d\varphi = \frac{d^2y}{dx^2}dx,$$

parce qu'il suppose qu'on peut confondre dx avec ds; du reste il écrit

$$d\varphi = -\frac{d^2y}{dx}.$$

La force F se trouve ainsi représentée par

$$\frac{-mpa\dfrac{d^2y}{dx^2}dx}{dx}$$

ou

$$-mpa\frac{d^2y}{dx^2}.$$

Si l'on remplaçait F par cette expression dans la formule

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\mathrm{F}\frac{2e}{p\theta^2},$$

il viendrait :

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{2mae\dfrac{d^2y}{dt^2}}{\theta^2};$$

mais, dit d'Alembert, on peut supposer

$$2mae = \theta^2,$$

et il reste

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{d^2y}{dx^2}.$$

Ce passage est très obscur : comme $e = \frac{1}{2} p\,\theta^2$, supposer

$$2mae = \theta^2$$

revient à supposer

$$2ma\frac{1}{2}p\theta^2 = \theta^2$$

ou

$$mpa = 1,$$

et, comme la tension en M a été représentée par mpa, il en résulte

$$T = 1.$$

Autant valait-il faire de suite cette hypothèse ; seulement on aurait pu demander : un quoi ?

L'entortillage qui précède a l'avantage de supprimer la question.

On voit combien le passage du point de vue concret au point de vue abstrait était encore resté difficile à l'époque de d'Alembert.

En réalité, il eût fallu, pour l'homogénéité, écrire

$$\frac{d^2y}{dt^2} = K^2\frac{d^2y}{dx^2}$$

K désignant une longueur.

Quoiqu'il en soit, d'Alembert n'en a pas moins un grand mérite à avoir trouvé l'équation qu'il adopte, et un mérite encore plus grand à l'avoir intégrée.

Voici comment il parvient à cette intégration :

y doit être une fonction de t et de x, et, si l'on désignait par p et par q ses dérivées partielles par rapport à t et à x, on aurait

$$dy = p\,dt + q\,dx,$$

les fonctions p et q étant telles que

$$\frac{dp}{dx} = \frac{dq}{dt}.$$

Mais l'équation du problème peut s'écrire

$$\frac{d\left(\frac{dy}{dt}\right)}{dt} = \frac{d\left(\frac{dy}{dx}\right)}{dx},$$

ou

$$\frac{dp}{dt} = \frac{dq}{dx}$$

et il en résulte que

$$p\,dx + q\,dt$$

serait aussi une différentielle exacte.

Soit u la fonction dont la différentielle totale serait

$$du = p\,dx + q\,dt;$$

on aura, par addition et soustraction

$$dy + du = (p + q)(dx + dt)$$

et

$$dy - du = (p - q)(dt - dx).$$

Il résulte de ces deux dernières équations que $y + u$ et $y - u$ doivent être respectivement des fonctions, la première, de $x + t$ et la seconde de $x - t$:

$$y + u = \varphi(x + t)$$

et

$$y - u = \psi(x - t),$$

d'ou

$$y = \frac{1}{2}\varphi(x + t) + \frac{1}{2}\psi(x + t)$$

ou, plus simplement,

$$y = \varphi(x + t) + \psi(x - t).$$

D'Alembert ajoute que, comme pour $x = o$ on doit avoir $y = o$, quel que soit t, il faut que

$$\varphi(t) + \psi(-t)$$

soit identiquement nul, c'est-à-dire que φ et ψ soient des fonctions impaires, identiques; de sorte qu'en résumé :

$$y = \varphi(x + t) + \varphi(x - t).$$

On n'a rien trouvé de mieux depuis; seulement, ayant posé avec raison

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \mathrm{K}^2\frac{d^2y}{dx^2},$$

on en tire

$$y = \varphi(x + \mathrm{K}t) + \varphi(x - \mathrm{K}t).$$

Il restait à déterminer la fonction φ; on le fait aujourd'hui, comme on sait, en se donnant la figure initiale

$$y = f(x)$$

de la corde, au moment où on l'abandonne à elle-même.

D'Alembert admet bien, contre l'opinion énoncée précédemment par Taylor, que la fonction φ est indéterminée; mais il ne cherche pas à la déduire de la figure initiale de la corde.

Il discute ensuite la solution proposée anciennement par Tay-

lor, celle de Daniel Bernoulli, qui en diffère peu; enfin celle qu'Euler donna postérieurement à 1747 et qui elle-même diffère peu de celle de d'Alembert.

On sait que Taylor croyait avoir démontré géométriquement que la corde vibrante affecte toujours la figure d'une sinussoïde allongée; Daniel Bernoulli n'acceptait pas complètement cette assertion, il pensait seulement que la résistance de l'air et la raideur de la corde devaient tendre à donner en très peu de temps à cette corde la figure de la sinussoïde, ou plutôt d'une courbe dont l'ordonnée serait la somme de celles de plusieurs sinussoïdes. D'Alembert objecte avec raison que le calcul a donné pour l'ordonnée de la corde une fonction arbitraire et que cette fonction doit rester arbitraire; il ajoute que, au reste, quelle que soit la fonction φ, le nombre des vibrations exécutées par la corde dans le même temps sera toujours le même; il reproche ensuite à Euler d'avoir écrit l'équation du problème sous la forme

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = K^2 \frac{d^2 y}{dx^2}$$

et il est clair qu'il a tort, mais, d'après les passages qu'il cite, on serait tenté de croire qu'Euler ne se rendait pas très bien compte de la convenance qu'il y avait à introduire cette constante K. Il paraît aussi qu'Euler ne voulait pas admettre que les deux fonctions φ et ψ fussent identiques.

Le *supplément* contient une discussion de la solution donnée en 1759 par Lagrange, du même problème de la corde vibrante.

Sur la figure de la Terre.

La question de la figure de la Terre, ou plus généralement d'une planète quelconque animée d'un mouvement de rotation, dont les particules s'attireraient toutes proportionnellement à leurs masses et en raison inverse des carrés de leurs distances, qui, enfin subirait en chacun de ses points, l'action attractive d'une masse extérieure, telle que le Soleil, et les attractions d'autres masses moindres, mais plus rapprochées, constituées par les satellites de cette planète, cette question n'était déjà plus entière lorsque d'Alembert commença de s'en occuper, mais elle n'avait encore fait que peu de progrès, par les soins principalement de Mac-Laurin, ce qui explique pourquoi nous ne nous en sommes pas encore occupés.

D'Alembert ne parvint pas non plus à la résoudre complètement, mais il en avança assez la solution pour que nous pensions devoir, dès maintenant, introduire ce grand problème, sauf à y revenir plus tard.

Nous commencerons par mentionner les premières tentatives faites pour le résoudre.

C'est naturellement Newton qui s'occupa le premier de la question : après avoir déterminé l'action attractive d'une sphère sur un point extérieur ou intérieur, il substitua à la sphère un ellipsoïde de révolution, mais en supposant que le point attiré se trouvât sur l'axe de ce solide; il réduisit l'expression du rapport des attractions exercées sur ce point par l'ellipsoïde, et par la sphère décrite sur son axe comme diamètre, à celle du rapport de deux aires, dont l'une, quoique définie, restait encore à évaluer.

Il démontra aussi que la masse homogène comprise entre les surfaces de deux ellipsoïdes homothétiques par rapport à leur centre commun, n'exercerait aucune action sur un point intérieur au plus petit des deux ; et il en conclut que les attractions exercées par un ellipsoïde de révolution sur des points intérieurs, situés sur un même diamètre, seraient proportionnelles aux distances de ces points au centre. Mais Daniel Bernoulli, dans son mémoire *sur le flux et le reflux de la mer,* prétend « qu'il n'y avait peut-être que Newton qui pût voir clair dans ses démonstrations ».

C'est à l'aide de ressources si faibles que Newton tenta de résoudre la question de l'aplatissement des planètes et de retrouver, par la théorie, les nombres fournis par l'observation.

Après s'être occupé de la Terre, pour laquelle, il est vrai, il se référait aux résultats fournis par les mesures directes et par les durées des oscillations d'un même pendule à diverses latitudes, il abordait la même question relativement aux autres planètes.

Voici comment Clairaut résume le passage dont il s'agit : « M. Newton apprend à la fin de la Proposition 19, Livre III, à trouver le rapport des axes d'une Planète quelconque dont on connaît la densité et le temps de la révolution diurne, en se servant du rapport trouvé entre les axes de la Terre pour terme de comparaison ; car, soit qu'une Planète soit plus grande ou moindre que la Terre, si sa densité était la même et que le temps de sa révolution diurne fût égal à celui de la Terre, il y aurait la même proportion entre la force centrifuge et sa gravité, et, par conséquent, entre ses diamètres, que celle qu'on a trouvée pour ceux de la Terre : mais si son mouvement diurne

est plus ou moins prompt que celui de la Terre, dans une raison quelconque, la force centrifuge, et par conséquent la différence des diamètres, sera plus ou moins grande, dans la raison doublée de cette vitesse, ce qui suit de la théorie des forces centrifuges, et si la densité de la Planète est plus grande ou moindre que celle de la Terre, dans une raison quelconque, la gravité sur cette Planète augmentera ou diminuera dans la même raison, et la différence des diamètres augmentera en raison de la gravité diminuée, et diminuera en raison de la gravité augmentée, ce qui suit de la théorie de l'attraction telle que M. Newton l'admet dans la matière. »

Ceci, déjà, manque assez de précision, mais voici qui est plus hasardé :

« Donc la différence des diamètres de Jupiter, par exemple, dont on connaît la révolution diurne et la densité, sera à son petit diamètre en raison composée des quarrés des temps de la révolution de la Terre et de Jupiter, des densités de Jupiter et de la Terre, et de la différence des diamètres de la Terre, comparée au petit axe de la Terre, c'est-à-dire comme

$$\frac{29}{5} \times \frac{400}{94\frac{1}{2}} \times \frac{1}{229} \text{ est à } 1$$

c'est-à-dire comme

$$1 \text{ est à } 9\tfrac{1}{3} \text{ à peu près.}$$

« M. Newton ajoute qu'il a supposé dans cette détermination que la matière qui compose Jupiter était d'une densité uniforme, mais que, comme il est très possible que par la chaleur du Soleil il soit plus dense vers les régions de l'équateur que vers les régions du pôle, ses diamètres peuvent être entre eux

comme 12 à 11, 13 à 12, ou même 14 à 13, et qu'ainsi sa théorie s'accorde avec les observations, puisque les observations apprennent que Jupiter est aplati et que cet aplatissement est entre 11 à 12 et 13 à 14. »

Clairaut termine par cette réflexion : « Le moyen que M. Newton prend pour expliquer un aplatissement moindre que celui que donne l'homogénéité paraît bien peu vraisemblable, et l'on doit être étonné qu'en expliquant l'aplatissement de Jupiter, il ait eu recours à une cause dont l'effet serait bien plus sensible sur la Terre que sur Jupiter, puisque la Terre est beaucoup plus près du Soleil que Jupiter. »

Côtes reprit la question, laissée ouverte par Newton, de la détermination du rapport des actions exercées par un ellipsoïde de révolution et une sphère concentrique, sur un point situé dans l'axe de révolution; c'est-à-dire qu'il effectua l'intégration nécessaire.

Stirling calcula par approximation (*Transactions philosophiques* pour 1735) l'attraction exercée par un ellipsoïde de révolution homogène sur un point quelconque de sa surface, en supposant que cet ellipsoïde différât extrêmement peu d'une sphère.

Clairaut reprit la question entamée par Stirling et l'étendit au cas où le point attiré serait extérieur à l'ellipsoïde, toujours très peu différent d'une sphère. Daniel Bernoulli, dans son mémoire *sur le flux et le reflux de la mer,* arriva, de son côté, aux mêmes résultats, à peu près, que Stirling et Clairaut.

Ce dernier reprit plus tard la question en supposant le sphéroïde composé de couches de densités différentes, mais nous

devons d'abord revenir sur l'important mémoire de Mac-Laurin, *De Causâ physicâ fluxus et refluxus maris*, dont nous n'avons analysé que la partie théorique, et sur un passage de son *Traite des fluxions* qui se rapporte à la question qui nous occupe actuellement.

Nous avons, d'après Mac-Laurin, donné les expressions des composantes, perpendiculairement à l'axe et au plan de l'équateur, de l'attraction exercée par un ellipsoïde homogène de révolution sur un point placé à sa surface. Ces expressions sont

$$\frac{\mathrm{B}y}{b} \quad \text{et} \quad \frac{\mathrm{A}x}{a}$$

où a et b désignent le rayon polaire et le rayon équatorial, x et y les distances du point considéré à l'équateur et à l'axe, enfin A et B les attractions qu'exercerait l'ellipsoïde sur deux points de même masse que le proposé, qui seraient placés l'un à l'un des pôles et l'autre en un point de l'équateur.

Ces deux dernières quantités ont respectivement pour expressions

$$\mathrm{A} = \frac{4\pi ma}{(\sqrt{m^2-1})^3}\left(\sqrt{m^2-1} - \operatorname{arc\,tang}\sqrt{m^2-1}\right)$$

et

$$\mathrm{B} = 2\pi a\left[\left(\frac{m}{\sqrt{m^2-1}}\right)^3 \operatorname{arc\,tang}\sqrt{m^2-1} - \frac{m}{m^2-1}\right]$$

où m désigne le rapport $\frac{b}{a}$ du rayon équatorial ou rayon polaire.

D'un autre côté la force centrifuge du point (x, y), laquelle est perpendiculaire à l'axe polaire est représentée par $\omega^2 y$, ω désignant la vitesse angulaire de rotation.

Il est facile, d'après ces données, d'exprimer la condition

d'équilibre de l'ellipsoïde, supposé homogène : il faut, pour que cet équilibre existe, que la résultante des trois forces qui viennent d'être énumérées soit normale à la surface, ou que la somme des projections de ces trois forces sur la tangente à la méridienne soit nulle.

Or x et y, dans ce qui précède, représentent les coordonnées d'un point de la méridienne rapportée à l'axe polaire, pris pour axe des x, et à l'axe équatorial, pris pour axe des y; l'équation de cette méridienne est donc

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}-1=0;$$

les deux forces appliquées au point (x, y) sont

$$\frac{By}{b}-\omega^2 y \quad \text{et} \quad \frac{Ax}{a},$$

dirigées l'une parallèlement à l'axe des y et l'autre parallèlement à l'axe des x; les cosinus des angles que les directions de ces forces font avec la tangente au point (x, y) sont donc

$$\frac{b^2 x}{\sqrt{a^4 y^2+b^4 x^2}} \quad \text{et} \quad -\frac{a^2 y}{\sqrt{a^4 y^2+b^4 x^2}};$$

par suite, la condition d'équilibre est

$$y\left(\frac{B}{b}-\omega^2\right)\frac{b^2 x}{\sqrt{a^4 y^2+b^4 x^2}}-\frac{Ax}{a}\,\frac{a^2 y}{\sqrt{a^4 y^2+b^4 x^2}}=0,$$

qui se réduit à

$$(B-\omega^2 b)\,b-Aa=0.$$

Les coordonnées x et y disparaissent d'elles-mêmes, parce que l'hypothèse que la masse fluide affectât la forme ellipsoïdale

pour se mettre en équilibre, se trouvait par hasard exacte; autrement l'équation obtenue, jointe à celle de la méridienne, aurait déterminé le point de cette méridienne où l'équilibre eût été réalisé.

D'Alembert admet le fait comme un résultat acquis; les démonstrations de Mac-Laurin et de Clairaut sont plus compliquées que celle que nous avons donnée. Chacune des trois, du reste, ne constitue qu'une vérification.

Mac-Laurin suppose encore le cas où le sphéroïde de révolution serait soumis à l'action attractive d'un point extérieur, de grande masse, mais situé sur l'axe de révolution et il trouve que la figure d'équilibre est encore un ellipsoïde.

Il est revenu sur la question, deux ans après, dans son *Traité des fluxions*, et il considéra alors l'attraction que pouvait exercer un ellipsoïde homogène quelconque sur un point de sa surface; enfin il rechercha celle qu'un ellipsoïde de révolution exercerait sur un point extérieur et parvint à un important théorème dont nous donnerons plus loin l'énoncé.

D'Alembert s'est occupé de la question à plusieurs reprises, la première en 1745, dans ses *Recherches sur la cause générale des vents*, ensuite, en 1773, dans le Tome VI des *Opuscules*, puis en 1780 dans le tome VII.

Clairaut avait avancé dans sa *Théorie de la figure de la Terre* que si notre planète était formée d'un noyau solide recouvert d'une lame très mince de fluide, la figure extérieure de la Terre pourrait être allongée dans le sens de la ligne des pôles, en supposant que le noyau intérieur le fût aussi. D'Alembert démontre, dans ses *recherches sur la cause générale des vents*, que le noyau intérieur pourrait être aplati et le sphéroïde extérieur allongé;

il démontra même plus tard (Tome I des opuscules) que l'équilibre, dans ce cas, pouvait être stable, sous certaines conditions. Mais nous ne nous arrêtons pas à ces questions.

Il part, dans le tome VI des *Opuscules*, de l'équation

$$(B - \omega^2 b) b - A a = 0,$$

qu'il suppose acquise et il la discute pour savoir si elle peut donner plusieurs solutions du problème.

En faisant $b = m a$ et remplaçant A et B par leurs valeurs, on trouve, réductions faites,

$$\frac{4\pi}{(\sqrt{m^2-1})^3}\left(\sqrt{m^2-1} - arc\,tang\sqrt{m^2-1}\right)$$
$$= 2\pi\left[\frac{m^2}{(\sqrt{m^2-1})^3}\,arc\,tang\sqrt{m^2-1} - \frac{1}{m^2-1}\right] - \omega^2 m;$$

mais d'Alembert, pour faciliter la discussion, remplace $\sqrt{m^2-1}$ par k; d'ailleurs, il a pris ω^2 sous la forme, $\frac{4\pi\omega'}{3}$; je ne vois pas pourquoi, mais le fait importe peu, la constante $\frac{4\pi\omega'}{3}$ pouvant remplacer la constante ω^2.

Il trouve ainsi

$$2k - 2\,arc\,tang\,k = (1 + k^2)\,arc\,tang\,k - k - \frac{2k^3\omega'}{3},$$

équation, dit-il, qui doit servir à trouver toutes les valeurs de k qui peuvent résoudre le problème.

« On voit d'abord que si k a plus d'une valeur positive, le second membre, pour chacune de ces valeurs, sera toujours positif, puisque $2k - 2\,arc\,tang\,k$ est toujours positif; donc l'attrac-

tion à l'équateur,

$$\frac{2\pi a(1+k^2)^{\frac{3}{2}}}{k^3} \operatorname{arc\,tang} k - \frac{2\pi a(1+k^2)^{\frac{1}{2}}}{k^2},$$

sera plus grande que la force centrifuge au même équateur,

$$\frac{4\pi\omega' a(1+k^2)^{\frac{1}{2}}}{3};$$

ainsi la Planète ne se dissipera pas, et l'équilibre subsistera. »

La discussion de l'équation montre que k peut avoir deux valeurs réelles et positives, lorsque ω' est suffisamment petit; que ces deux valeurs deviennent égales, lorsque $2\omega'$ acquiert la valeur maximum de

$$\frac{(3k^2+9) \operatorname{arc\,tang} k - 9k}{k^3},$$

et qu'elles deviennent imaginaires lorsque $2\omega'$ dépasse ce maximum.

Ainsi, il peut exister, pour une même valeur de ω', ou pour une même vitesse angulaire de rotation, deux figures différentes de la Planète; il peut n'en exister qu'une et il peut ne pas y en avoir.

Dans le premier cas : « Si l'on prend k un peu plus petit que la plus petite des deux racines de l'équation, ou des deux valeurs qui donnent l'équilibre, on aura la colomne du pôle plus forte que celle de l'équateur; tandis que si, au contraire, on prend k un peu plus grand que cette plus petite racine, la colomne du pôle sera moins forte que celle de l'équateur. »

D'ailleurs, « le fluide étant en équilibre en vertu de la plus petite valeur de k, si l'on allonge tant soit peu le sphéroïde, la

colomne du pôle l'emportera sur celle de l'équateur; elle tendra donc à la soulever, et, par conséquent l'équilibre tendra à se rétablir; de même si l'on prend k un peu plus grand que sa plus petite valeur, pour l'équilibre, la colomne du pôle sera plus faible que celle de l'équateur; ainsi l'équateur tendra à se rabaisser, et l'équilibre à se rétablir ».

La plus petite racine de l'équation en k donne donc un équilibre stable.

« Au contraire, si l'on prend k tant soit peu plus petit que la plus grande des deux valeurs dont il s'agit, la colomne du pôle, devenue alors plus longue, sera plus faible que celle de l'équateur, laquelle tendra par conséquent à diminuer, et par conséquent l'équilibre troublé ne se rétablira pas; de même si on prend k tant soit peu plus grand que la plus grande des deux valeurs susdites, la colomne du pôle, devenue alors plus courte, sera la plus forte, et tendra donc à se raccourcir encore, ainsi l'équilibre ne se rétablira pas. »

C'est-à-dire que la plus grande racine de l'équation en k donne un équilibre instable.

Pour pouvoir suivre le raisonnement de d'Alembert, il suffit de se rappeler que k étant lié au rapport, m, du rayon équatorial au rayon polaire, par la relation

$$k = \sqrt{m^2 - 1},$$

les deux quantités k et m varient dans le même sens.

Dans le second cas, c'est-à-dire « si $2\omega'$ est égal à la plus grande valeur possible de

$$\frac{(3k^2 + 9)\operatorname{arctang} k - 9k}{k^3};$$

alors il est aisé de voir que selon que l'on supposera k un peu plus petit que la racine double à laquelle correspond l'équilibre, ou un peu plus grand que cette racine double, l'équilibre se rétablira de lui-même, où ne se rétablira pas ».

D'Alembert remarque encore que « plus $2\omega'$ sera petit, plus les deux valeurs de k nécessaires pour l'équilibre différeront entre elles, en sorte que la plus petite sera d'autant moindre et la plus grande d'autant plus grande ».

Dans un second mémoire *sur la figure de la Terre*, inséré aussi dans le tome VI des *Opuscules*, d'Alembert examine le cas où le sphéroïde serait soumis à l'influence attractive d'un corps S, situé à une grande distance, d'abord dans la ligne des pôles, ensuite sur un diamètre quelconque.

Dans le premier cas, le sphéroïde peut rester de révolution; dans le second, il ne le pourrait pas.

D'Alembert se demande si, dans ce second cas, la figure d'équilibre ne serait pas celle d'un ellipsoïde quelconque, c'est-à-dire à trois axes inégaux, et il retrouve un important théorème que Mac-Laurin, paraît-il, aurait énoncé dans son *Traité des fluxions*. Voici ce théorème : l'attraction exercée par l'ellipsoïde sur un point quelconque de sa surface étant décomposée en trois forces dirigées parallèlement aux trois axes de l'ellipsoïde, la composante parallèlement à l'un des axes sera égale à l'attraction qu'exercerait, sur son sommet situé dans ce même axe, un autre ellipsoïde homothétique au premier par rapport au centre et ayant pour axe, dans la direction considérée, la distance du point en question au plan des deux autres axes.

D'Alembert ignorait que Mac-Laurin fût en possession de ce

théorème, mais il lui en fait honneur en remarquant que la démonstration qu'il en donne se tire des principes mêmes posés par le géomètre écossais.

La question de l'attraction exercée par un ellipsoïde quelconque sur un point de sa surface, est ainsi ramenée à celle des attractions exercées par d'autres ellipsoïdes semblables au proposé, sur leurs sommets. En conséquence d'Alembert cherche les expressions des forces attractives exercées par un ellipsoïde quelconque sur ses trois sommets; mais il ne parvient qu'à des résultats approchés.

Il reprend alors la question de la figure d'équilibre du fluide soumis aux attractions mutuelles de toutes ses parties, sollicité aussi par l'attraction d'un point extérieur S, de grande masse, et tournant sur lui-même autour d'un certain axe passant par son centre de gravité.

Mais il semble que la question soit mal posée, à moins que l'on ne suppose que le point S tourne autour du même axe que le fluide, et avec la même vitesse, autrement, comme la figure d'équilibre dépendra de la situation du corps S par rapport à ce fluide, considéré dans son état et sous sa forme instantanés, le problème devrait être de trouver la figure d'équilibre à chaque instant. Par exemple si la Terre était fluide, elle prendrait chaque jour, sous l'influence attractive du Soleil, ou de la Lune, autant de figures d'équilibre qu'il y a de différentielles du temps en vingt-quatre heures; et c'est en effet ce qui arrive, au moins pour la partie liquide qui recouvre la croûte solide de notre globe.

Il faut donc admettre que d'Alembert suppose mentalement que le corps S soit animé du même mouvement de rotation que le fluide considéré.

Quoi qu'il en soit, voici comment d'Alembert résume sa découverte :

« J'ai fait voir dans les recherches qui ont précédé celle-ci, que si un fluide homogène tourne autour de son axe, et qu'en même temps il soit attiré par un autre corps, il prendra la forme d'un sphéroïde dont toutes les coupes par l'axe seront des ellipses; et j'ai fait voir de plus que ce sphéroïde avait trois axes perpendiculaires l'un à l'autre, dont la position est déterminée par celle de l'axe de rotation et celle du corps attirant. »

On voit bien par ce résumé qu'il ne se peut agir que de la figure instantanée du sphéroïde.

On remarquera aussi qu'à l'époque où d'Alembert écrivait le mémoire que nous venons d'analyser, (1773), l'ellipsoïde à trois axes n'avait pas encore été étudié, car d'Alembert est obligé de l'imaginer.

Dans le mémoire suivant, également contenu dans le tome VI des *Opuscules*, d'Alembert « va supposer qu'il y ait tant de corps attirant qu'on voudra, et déterminer la figure du sphéroïde dans cette hypothèse. »

Dans ce cas, bien entendu, comme dans le précédent, à moins que tous les corps attirants ne soient animés du même mouvement de rotation que le fluide, l'équilibre ne serait jamais atteint, le fluide courrait sans cesse après le repos relatif, sans jamais l'atteindre ; il serait même toujours en retard.

Quant à la figure hypothétique d'équilibre instantané, d'Alembert trouve encore celle d'un ellipsoïde, dont il détermine les axes en direction et en grandeur. Voici comment il résume ces nouvelles recherches.

« M. Maclaurin, dans sa pièce *sur le flux et le reflux de la*

mer, est le premier qui ait fait voir que si un fluide sphérique homogène tourne autour de son centre, ou si étant sans rotation il est attiré par un corps éloigné, il prendra la figure d'un sphéroïde elliptique. Mais il n'a guère poussé plus loin cette recherche. Il se propose, à la vérité, dans le corollaire 5 de la Proposition I, de chercher la figure de la Terre, en supposant le Soleil et la Lune en quadrature; mais il ne paraît pas en cet endroit faire assez d'attention à la figure elliptique que doivent prendre les coupes du sphéroïde dans les plans desquelles se trouvent le Soleil et la Lune. J'avoue que dans la proposition VIII du même ouvrage, il suppose que toutes les coupes du sphéroïde passant par l'axe où le fluide est le plus élevé seront des ellipses; mais il le suppose, ce me semble, sans le démontrer, ce qui en avait pourtant besoin; et c'est ce que nous avons fait dans notre XLVII[e] mémoire. Nous avons de plus démontré dans celui-ci que la figure du sphéroïde est elliptique, si le fluide est homogène, s'il tourne autour d'un axe fixe, et s'il est en même temps attiré par tant de corps qu'on voudra, disposés entre eux et par rapport à l'axe de rotation, d'une manière quelconque. D'ailleurs, M. Maclaurin ne paraît pas donner les moyens d'assigner la position des trois axes du sphéroïde; autre problème dont nous venons encore de donner la solution. Nous croyons donc que cette question n'avait point encore été résolue dans toute la généralité et la complication dont elle est susceptible. »

Mac-Laurin avait donné, dans son *Traité des Fluxions*, le moyen d'évaluer l'attraction exercée par un ellipsoïde de révolution sur un point de son axe prolongé, ou sur un point du plan de son équateur pris en dehors de ce parallèle, en établissant cette

importante proposition que deux ellipsoïdes de révolution, dont les méridiennes ont les mêmes foyers, exercent sur un même point quelconque des attractions proportionnelles à leurs masses, ou à leurs volumes, si leurs densités sont les mêmes. Ce théorème, en effet, permettait de ramener la recherehe de l'attraction exercée sur un point extérieur à un ellipsoïde, à celle de l'attraction exercée sur un point de la surface, en introduisant l'ellipsoïde confocal au proposé, dont la surface passerait par le point proposé.

La proposition, il est vrai, n'était applicable qu'au cas où le rayon polaire serait plus grand que le rayon équatorial, ce qui n'est pas le cas que présentent les planètes.

D'Alembert vérifie par le calcul le théorème de Mac-Laurin et, par cela même, supprime la restriction que nous venons de mentionner; du moins il me le semble, mais il ne le remarque pas.

Mac-Laurin avait ajouté, mais sans en apporter de preuves, que la même méthode qu'il venait d'employer pour un ellipsoïde de révolution pourrait aussi s'appliquer à un ellipsoïde quelconque.

Il faudrait, en tout cas, modifier alors l'énoncé du théorème à intervenir, car un ellipsoïde quelconque n'a pas de foyers. Il est probable que Mac-Laurin sous-entendait que, dans les deux ellipsoïdes considérés, les sections principales avaient les mêmes foyers, c'est-à-dire que les carrés des axes du second ellipsoïde différaient par une quantité constante des carrés des axes du premier.

D'Alembert avait d'abord cru le théorème faux. Voici comment il s'exprime, après un essai infructueux de vérification.

« Je soupçonne donc que M. Maclaurin s'est trompé dans l'article 653 de son *Traité des fluxions*, quand il a dit que sa méthode pour trouver l'attraction d'un sphéroïde de révolution

(sur un point situé) dans le plan de l'équateur ou dans l'axe, pouvait s'appliquer à un solide qui ne serait pas de révolution. Au reste ce n'est ici qu'un doute que je propose, n'ayant pas suffisamment examiné la proposition de M. Maclaurin, qu'il se contente d'énoncer sans la démontrer. »

Mais il s'est repris dans le tome VII. (Mémoire sur l'attraction des sphéroïdes elliptiques.)

« J'avais, dit-il, formé quelques doutes sur un théorème de M. Maclaurin; mais simplement des doutes, parce que l'analyse que j'avais suivie ne me paraissait pas conduire à ce théorème. Ayant depuis examiné la chose plus attentivement, j'ai trouvé que cette analyse donnait en effet, et même assez facilement, le théorème dont il s'agit. » D'Alembert donne en effet plusieurs démonstrations du théorème entendu comme nous l'avons dit, c'est-à-dire en supposant que les carrés des axes des deux ellipsoïdes comparés diffèrent par une constante.

Il tente ensuite de nouveau, et par plusieurs méthodes, d'évaluer l'attraction d'un ellipsoïde quelconque sur un de ses sommets, mais chacun des moyens qu'il emploie amène des difficultés insurmontables. Toutefois une dernière méthode qu'il indique devait le conduire au but : une faute de calcul lui enleva le plaisir du succès.

Les ouvrages de d'Alembert que nous n'avons pas encore mentionnés sont :

Réflexions sur la cause générale des vents, pièce qui a remporté le prix de l'Académie des Sciences de Berlin en 1746.

Éléments de Musique théorique et pratique, suivant les principes de M. Rameau, 1772.

Mélanges de Littérature, d'Histoire et de Philosophie, 1770.

WARGENTIN (PIERRE-ALEXANDRE).

(Né en Suède en 1717, mort en 1783.)

L'éclipse totale de lune du 13 février 1729 décida de sa vocation. Encouragé par Klengenstierna, Celsius et Hiorter, il s'adonna entièrement à l'Astronomie. Une thèse sur les satellites de Jupiter lui valut le grade de maître ès arts, en 1741; une étude sur les progrès de l'Astronomie le fit nommer professeur à Upsal; de nouvelles tables des satellites de Jupiter le firent entrer à la Société Royale de cette ville.

Il fut nommé, en 1744, correspondant de l'Académie des Sciences de Paris, en remplacement de Celsius; enfin il succéda, en 1749, à Elvius, comme secrétaire perpétuel de l'Académie de Stockholm. A sa mort, l'Académie fit frapper une médaille en son honneur.

Wargentin prit part aux travaux relatifs à l'expédition de Lacaille au Cap, et il a laissé des mémoires sur les passages de Vénus en 1761 et 1769. Mais il a concentré presque tous ses efforts, durant une longue carrière, sur la théorie des satellites de Jupiter, objet de son premier travail.

Bradley avait le premier entrevu la période de 437 jours, au bout de laquelle les circonstances du mouvement des premiers satellites redeviennent les mêmes. Wargentin tomba sur la même découverte, sans avoir eu connaissance des soupçons de Bradley et sut en tirer parti. Il s'en servit en effet pour revoir ses premières tables, qu'il refondit en 1759.

Bradley avait aussi négligé de se servir de la théorie de l'aberration pour calculer plus exactement les corrections à faire subir aux observations, en raison de la non instantanéité de la

propagation de la lumière. Ce fut encore Wargentin qui se chargea de ce soin, pour les satellites de Jupiter. De nouvelles découvertes de détail l'amenèrent à changer encore ses tables en 1779.

« Wargentin, dit Delambre, en se bornant presque uniquement à une seule branche de l'Astronomie, sut se faire une grande réputation : il fut compté parmi les plus grands astronomes d'une époque, la plus riche peut-être qui ait jamais existé. »



LEROY (PIERRE).

(Né à Paris en 1717, mort à Vitry près Paris en 1785.)

Fils aîné de Julien. Il est principalement connu pour ses montres marines. L'Académie lui décerna, en 1769, le prix double pour la meilleure méthode de détermination des longitudes en mer. C'est en s'occupant d'obtenir l'isochronisme aussi parfait que possible des oscillations du ressort spiral, qu'il est parvenu à donner à ses chronomètres la régularité qu'il désirait depuis longtemps. Il a laissé plusieurs ouvrages : *Étrennes chronométriques pour* 1760, qui contiennent une histoire de l'horlogerie; *Mémoire sur la meilleure manière de mesurer le temps en mer*, couronné par l'Académie des Sciences, etc.



STEWART (MATHEW).

[Né à Rothsay (Ile de Bute) en 1717, mort à Édimbourg en 1785.)

Il appartenait à une famille de gens d'Église, qui l'avait destiné, dès son enfance, à l'état ecclésiastique. Il fit avec succès ses études

au collège de Glascow, où il reçut les leçons d'Hutcheson et de Simson. Il alla prendre ses grades à l'Université d'Édimbourg.

Simson lui avait communiqué son goût exclusif pour la Géométrie ancienne. La longue correspondance scientifique qu'il entretint avec son ancien maître roule principalement sur les *Loci plani* et les *Porismes* d'Euclide.

Il entra dans l'Église, en 1745, comme pasteur de Rosencath. L'année suivante, Mac-Laurin, son protecteur à l'Université d'Édimbourg, étant mort, on lui offrit sa chaire, qu'il garda jusqu'en 1775, époque à laquelle il la résigna en faveur de son fils, Dugald Stewart, pour se retirer dans le comté d'Ayr. Il mourut huit ans après. La Société Royale de Londres l'avait admis au nombre de ses membres.

Ses principaux ouvrages sont : *Geometrical theorems* (Édimbourg, 1746); *Four tracts, physical and mathematical* (Édimbourg, 1761); *Propositiones more veterum demonstratæ* (Edimbourg, 1762); *Essay on the sun's distance* (Édimbourg, 1763); une *Solution du problème de Kepler*, dans les *Essais de la Société philosophique d'Édimbourg*.

Nous ne dirons rien des travaux de Stewart en Physique et en Astronomie ; il n'a fait faire à ces deux Sciences aucun progrès notable ; mais ses recherches géométriques ont une valeur dont les travaux modernes de Carnot, du général Poncelet et de M. Chasles ont considérablement accru l'importance.

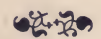
Stewart est resté complètement oublié durant la période où l'Analyse était seule en possession de présider aux progrès des Sciences mathématiques; mais son nom a reparu honorablement lorsque la Géométrie pure a, dans ces derniers temps, reconquis le terrain qu'elle paraissait avoir complètement perdu.

Le livre des *Théorèmes généraux d'un grand usage dans les hautes Mathématiques* (*Geometrical theorems*) contient les énoncés de soixante-quatre propositions et les démonstrations des huit premières seulement. Celles des autres ont été données depuis par différents auteurs. Ces théorèmes ont rapport soit à la théorie des transversales, soit à celle des polygones inscrits et circonscrits au cercle. Ceux du premier genre peuvent être résumés dans cette proposition remarquable, que la somme des carrés des distances d'un point quelconque à trois points situés en ligne droite, multipliés chacun par la distance des deux autres points, prise avec un signe convenable, est égale au produit des distances des trois points deux à deux. Cette proposition a été utilement invoquée, dans diverses circonstances, par Robert Simson, Thomas Simson, Euler et Leslie. Les théorèmes du second genre fournissent les expressions de la somme des puissances semblables et entières, de degré quelconque, des distances d'un point de son plan aux côtés d'un polygone régulier, et de la somme des puissances paires des distances du même point à tous les sommets du même polygone. Stewart généralisait ensuite les résultats obtenus et les étendait à un polygone quelconque.

Les *Propositiones geometricæ* forment deux livres, dont le premier contient soixante propositions et le second cinquante-deux. Ces propositions se rapportent à la ligne droite et au cercle. Les premières appartiennent à la théorie des transversales et sont des conséquences de ces deux théorèmes que toute droite coupe les côtés et les diagonales d'un quadrilatère en six points ayant entre eux la relation d'involution, et que le lieu du troisième sommet d'un triangle dont les côtés passent par des points fixes,

en ligne droite, et dont les deux premiers sommets décrivent eux-mêmes des lignes droites, est aussi une ligne droite.

Les propositions relatives au cercle concernent la description de sa circonférence par l'intersection de deux droites assujetties à passer par des points fixes, et dont le mouvement est réglé par une loi à laquelle doivent satisfaire les segments qu'elles déterminent sur une droite fixe à partir d'un point fixe de cette droite.



CANTON (JOHN).

(Né à Stroud en 1718, mort en 1772.)

Membre de la Société Royale de Londres et directeur de l'Académie de Spital-Square. Il fut le premier qui reproduisit en Angleterre les expériences de Franklin sur l'électricité atmosphérique. Il a donné aussi la première démonstration expérimentale de la compressibilité des liquides.

L'appareil dont il se servait se composait d'une sphère creuse en verre, surmontée d'un tube capillaire et remplie d'eau. On chauffait légèrement, on fermait la pointe du tube à la lampe et on laissait refroidir. Le niveau baissait alors dans le tube. Lorsque la température était redevenue celle de l'air extérieur, on cassait la pointe du tube, l'air rentrait dans l'appareil et la pression atmosphérique produisait un nouvel abaissement de niveau. Mais cet abaissement était dû à la fois à la diminution du volume d'eau et à l'augmentation de la capacité de l'enveloppe; on pouvait, par une seconde expérience, déterminer isolément cette augmentation de capacité en faisant le vide autour de la boule,

ce qui devait produire une nouvelle dilatation égale à la première.



ROUELLE LE CADET.

(Né en 1718, mort en 1779.)

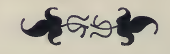
Plusieurs chimistes avaient déjà employé à l'étude des substances végétales et animales des procédés délicats d'analyse, capables de mettre en évidence les divers principes constitutifs de ces substances, sans les altérer, comme fait la distillation, qui n'en donne jamais que les mêmes résidus.

Rouelle le Cadet contribua surtout au perfectionnement de ces procédés dont l'emploi au reste le conduisit à des découvertes remarquables : celles de l'urée, du phosphate de soude, des chlorures et carbonates alcalins, etc.

Il étudia particulièrement l'urine, le sang et presque toutes les humeurs de l'homme en état de maladie. « Son nom vivra, dit Fourcroy, par la chimie animale qu'il semblait avoir prise dans une affection particulière. »

Il revit consciencieusement avec Darcet le cours de son frère aîné, en vue de le faire imprimer. Diderot avait rédigé pour cet ouvrage une introduction étendue, que M. Charles Henry a publiée dans la *Revue Scientifique*, en juillet 1884 et en juin 1885, d'après un manuscrit de la bibliothèque de Bordeaux.

Quant à l'ouvrage lui-même, il est jusqu'ici resté inédit.



MACQUER (PIERRE-JOSEPH).

(Né à Paris en 1718, mort à Paris en 1784.)

Ses nombreuses découvertes en Chimie préparèrent efficacement la voie à Lavoisier, Berthollet, Vauquelin, etc., il constata le premier, en 1746, que l'arsenic est un métal, que le diamant ne perd rien de son poids lorsqu'on le chauffe à l'abri de l'air.

Il a décrit les propriétés de l'alumine, de la magnésie, du sulfate de chaux. Il a étudié l'oxydation de l'étain, les réactions du plomb sur les sels de fer, la composition du laiton, l'oxydation de l'argent, etc.; il a aussi étudié le platine, mais sans parvenir à l'isoler.

Il a trouvé les dissolvants du caoutchouc, la composition du lait, etc.

Il était entré, en 1745, à l'Académie des Sciences, il fut chargé un peu plus tard de la direction de la manufacture de Sèvres.

Il a laissé un assez grand nombre d'ouvrages, entre autres un *Dictionnaire de Chimie, contenant la Théorie et la Pratique.*

La correspondance de Macquer se trouve à la bibliothèque Nationale. Elle contient des lettres intéressantes de Turgot, de Pilastre de Rozier et de Haüy. M. Charles Henry en a publié une partie.



LANDEN (JOHN).

(Né à Peakitk en 1719, mort à Milton en 1790.)

Il a eu la bonne fortune de tomber sur une remarque inattendue qui a formé le point de départ de la théorie des fonctions elliptiques, à laquelle son nom restera attaché.

Il a reconnu que l'intégrale qui exprime un arc d'hyperbole peut se transformer dans la somme de deux autres représentant des arcs d'ellipse assignables.

Cette proposition attira l'attention d'Euler et de Lagrange, qui y ajoutèrent quelques observations, et Legendre fonda la nouvelle branche de l'analyse qui se rapporte aux intégrales de l'espèce étudiée par Landen.

Landen s'était déjà fait connaître par quelques théorèmes généraux relatifs à la sommation des séries.

Ses principaux ouvrages sont : *Mathematical lucubrations* (1755); *The residual analysis, a new branch of the algebric art* (1764); *Mathematical memoirs* (1790).

Il a aussi publié un assez grand nombre de mémoires dans les *Philosophical Transactions.*

Il était membre de la Société Royale de Londres.

HELL (MAXIMILIEN).

(Né à Schemnistz en 1720, mort à Vienne en 1792.)

Jésuite. Il fut d'abord chargé du cours de Mathématiques à l'École de Clausenbourg (Transylvanie), puis nommé, en 1755, directeur de l'Observatoire qui venait d'être fondé à Vienne.

Il paraît être l'inventeur des dispositions employées encore aujourd'hui pour rendre mobiles les diverses parties de la toiture, dans les observatoires.

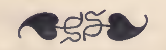
Invité, en 1768, par le gouvernement danois, à aller observer à Wardhus (Laponie norvégienne) le passage de Vénus sur le

Soleil, il en rapporta les données les plus exactes, à cette époque, sur la parallaxe du Soleil.

Lalande, qui s'était fait près de tous les gouvernements d'Europe le promoteur des missions entreprises à l'occasion de cet événement astronomique, n'avait pas été prévenu du départ du P. Hell, la cour de Danemark ayant désiré laisser secrète la mission qu'elle lui avait confiée, jusqu'au moment où le rapport pourrait en être présenté au roi. Il s'éleva d'abord contre les résultats obtenus par Hell, mais répara ensuite ses torts en publiant, après la mort de Hell, avec qui il s'était, d'ailleurs, réconcilié, un éloge où on lit : « L'observation du P. Hell réussit complètement, elle s'est trouvée une des cinq observations complètes, faites à de grandes distances, et où l'éloignement de Vénus changeant le plus la durée du passage, nous a fait connaître la véritable distance du Soleil et de toutes les planètes à la terre. »

Le P. Hell avait trouvé, pour la parallaxe du Soleil, 8″7.

Les principaux ouvrages de Hell sont : *Ephemerides Astronomicæ ad meridianum vindobonensem* (1757); *De transitu Veneris ante discum solis, die 3 junii 1769.*



BONNET (CHARLES).

(Né à Genève en 1720, mort en 1793.)

Il admit un des premiers l'idée de l'intelligence des animaux. « La manière, dit-il, dont les animaux varient au besoin leurs procédés fournit un des plus forts arguments contre l'opinion

qui les transforme en de pures machines. » Il leur conservait encore cependant l'instinct, compris à la façon de Descartes.

Il fit, en 1740, cette singulière découverte : « Saisissez un petit puceron à sa naissance; renfermez-le à l'instant dans la solitude la plus parfaite, et, pour mieux assurer sa virginité, poussez les précautions jusqu'au scrupule ; devenez pour lui un Argus plus vigilant que celui de la Fable : quand le petit solitaire aura pris un certain accroissement, il commencera d'accoucher, et, au bout de quelques jours, vous le trouverez au milieu d'une nombreuse famille. Faites sur un des individus de cette famille la même expérience que vous avez tentée sur le chef; le nouvel ermite multipliera comme son père, et cette seconde génération ne sera pas moins féconde que la première, etc. Et cependant, les pucerons sont réellement distingués de sexes; il est parmi eux des mâles et des femelles, et leurs amours sont la chose la moins équivoque. Je ne sais même s'il est dans la nature des mâles plus ardents que ceux-ci. Quel est donc l'usage de l'accouplement chez des insectes qui se multiplient sans son secours ? »

Mais la réponse que Bonnet fait à cette question est assez peu claire.

Une autre observation, qui est due aussi à Bonnet, est celle de la facilité avec laquelle les vers, coupés en un grand nombre de tronçons, se régénèrent et se recomplètent.

Enfin, ses recherches sur les fonctions des feuilles démontrèrent plusieurs faits nouveaux, particulièrement celui-ci, que la face supérieure des feuilles est exclusivement destinée à l'absorption des rayons solaires, de sorte qu'elles tendent toujours à tourner ce côté vers la lumière, de quelque point qu'elle arrive.

DAMBOURNEY (LOUIS-AUGUSTE).

(Né à Rouen en 1722, mort en 1795.)

Il fit faire de grands progrès à l'art de la teinture sur laine. Il commença par acclimater la garance qu'il cultiva en grand dans les plaines d'Oissel. Mais bientôt il s'occupa de rechercher dans nos plantes indigènes les substances tinctoriales qu'elles pouvaient fournir et parvint en quelques années à fixer sur laine plus de douze cents nuances. Il devint secrétaire de l'Académie de Rouen en 1761, et bientôt après directeur du jardin botanique de cette ville. Le gouvernement fit publier à ses frais les découvertes de Dambourney et lui accorda une pension de mille livres (1783).

Il a laissé trois ouvrages importants : *Recueil de procédés et d'expériences sur les teintures solides que nos végétaux indigènes communiquent aux laines et lainages* (Paris, 1786); *Instruction sur la culture de la garance* (Paris, 1788); *Histoire des plantes qui servent à la teinture* (Paris, 1792).



MAYER (TOBIE).

[Né à Marbach (Wurtemberg) en 1723, mort en 1762.]

Il est, dit Delambre « universellement considéré comme l'un des plus grands astronomes, non seulement du XVIIIe siècle, mais de tous les temps et de tous les pays. » Son père, inspecteur des eaux à Essling, lui apprit les Mathématiques et le dessin. Mayer le perdit de bonne heure et, pour subsister, se mit à enseigner les Mathématiques, qu'il n'avait apprises qu'un peu à l'aventure,

lisant les ouvrages qui en traitent dans l'ordre où il les rencontrait.

A ving ans, il chercha à entrer au service.

Il publia, en 1745, un *Traité des courbes* et un *Atlas mathématique*, sorte de résumé de la Science, en soixante tableaux. En 1746, on le voit s'occuper de Géographie et se lier avec les astronomes Frantz et Löwitz. C'est dans ces relations que sa vocation prit naissance.

Son début eut pour objet la Sélénographie; il est déjà très intéressant en ce qu'il donne le premier exemple de l'usage des équations de condition dont on se sert aujourd'hui pour déterminer simultanément les corrections à faire à toutes les quantités dont dépendent les coordonnées astronomiques d'une planète quelconque.

Mayer vint se fixer à Gœttingue en 1751 et s'y maria; il fut en 1756 nommé directeur de l'observatoire que l'on venait de fonder dans cette ville et que le roi d'Angleterre avait doté de beaux instruments construits par Bird.

Pour donner une idée du soin que Mayer devait apporter à toutes ses observations, il suffira de dire qu'après avoir reconnu l'erreur de collimation de son quart de cercle, ainsi que le défaut de parallélisme de l'axe optique, par rapport au plan de l'instrument, celui de verticalité de ce plan et sa déviation azimutale, précautions usitées déjà par tous les astronomes, il crut devoir encore dresser une table des petites erreurs qui pourraient résulter de la gaucherie de l'arc porteur des divisions.

Toutes ces dispositions prises, Mayer entreprit la vérification des points fondamentaux de l'Astronomie. Son premier grand ouvrage est intitulé : *Tabulæ motuum solis et lunæ, novæ et*

correctæ, quibus accedit methodus longitudinum (Londres, 1770). Ces tables, en ce qui concerne le Soleil, ne valent pas celles de Lacaille, publiées en 1758, et que l'auteur, qui les avait sous les yeux en composant les siennes, avait tenté de surpasser.

La différence tient au reste essentiellement à ce que Mayer avait un peu sacrifié les observations à la théorie, tandis que Lacaille avait, au contraire, suppléé à la théorie par les observations toutes les fois qu'il l'avait supposée en défaut.

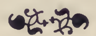
Mais l'excellence des tables lunaires de Mayer frappa aussitôt tous les yeux. Mayer les adressa à Londres pour le concours au grand prix du Bureau des longitudes, et Bradley, qui fut chargé de les examiner, attesta que, les ayant comparées à 230 observations, jamais il n'avait trouvé d'erreur surpassant 1′30″. Le Bureau des longitudes décerna à la veuve de Mayer une première récompense de 3,000 livres sterling pour cet ouvrage, et, peu de temps après, une seconde de 2,000; il ordonna, en outre, la publication des œuvres de l'illustre mort.

L'ancienne théorie des parallaxes faisait dépendre la parallaxe de hauteur de la parallaxe horizontale, par une formule établie dans l'hypothèse de la sphéricité de la Terre. Euler avait donné des formules incommodes pour tenir compte de l'aplatissement. C'est à Mayer qu'on doit d'avoir réduit la question à des termes très simples.

Sa *Theoria lunæ juxta systema Newtonianum*, publiée aussi par l'ordre du Bureau des longitudes, donnait la longitude et la latitude de notre satellite, exprimées par des formules algébriques dont les erreurs étaient déjà extrêmement petites. Il a suffi depuis de très petites corrections pour réduire ces erreurs à moins de 15″, dans les cas les plus défavorables.

Longtemps après sa mort, une idée lumineuse qu'il avait indiquée dans les Mémoires de Gœttingue, mais à laquelle on n'avait pas alors fait attention, vint ajouter encore à sa gloire. La méthode connue sous le nom de *répétition des angles,* que l'on attribue ordinairement à Borda, appartient en propre à Mayer.

A trente-neuf ans, une maladie de langueur, produite sans doute par un travail trop assidu, enleva Mayer à la Science. Une partie de ses manuscrits a paru en 1775 sous le titre : *Opera inedita.* On y trouve : un projet pour déterminer plus exactement les variations du thermomètre ; des perfectionnements à la méthode de Kepler pour le calcul des éclipses de Soleil ; un mémoire sur l'affinité des couleurs (Mayer n'en regardait comme primitives que trois seulement) ; un catalogue de 998 étoiles zodiacales ; un mémoire sur les mouvements propres de quelques étoiles ; enfin la carte de la Lune, qui avait été son premier travail. La seconde partie n'a jamais paru ; elle devait contenir une théorie des aimants, un mémoire sur Mars et les perturbations qu'éprouve cette planète de la part de Jupiter et de la Terre, enfin la description d'un nouvel astrolabe.



LEROY (GEORGES).

(Né à Versailles en 1723, mort en 1789.)

C'est peut-être le naturaliste qui a le plus contribué à ruiner les théories de Descartes concertant l'automatisme des animaux. « Suivre l'animal dans toutes ses opérations, pénétrer dans les motifs secrets de ses déterminations, voir comment les sensations, les besoins, les obstacles, les impressions de toute espèce dont un

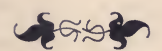
être sentant est assailli, multiplient et modifient ses mouvements, étendent ses connaissances, voilà, dit Georges Leroy, le but que je me suis proposé. » Les nombreux faits qu'il rapporte ont gagné la cause de la théorie qu'il défendait.



ÆPINUS.

(Né à Rostocken en 1724, mort en Livonie en 1802.)

Professeur de Physique à Saint-Pétersbourg. Il est l'inventeur du condensateur électrique et de l'électrophore.



LESAGE (GEORGES-LOUIS).

(Né à Genève en 1724, mort dans la même ville en 1803.)

Il imagina, en 1774, une sorte de télégraphe électrique. Son appareil qu'il expérimenta publiquement à Genève se composait de vingt-quatre fils métalliques, noyés dans une gangue de résine, dont les extrémités pouvaient être mises, d'un côté, en communication avec une machine électrique, tandis que, de l'autre, elles supportaient des électroscopes à balles de sureau.

Pour transmettre la lettre *a*, on électrisait le fil A à la station de départ, et la balle de sureau portée par l'extrémité de ce fil avertissait l'opérateur placé à l'autre station.

Son invention est décrite dans une *Dissertation sur l'électricité appliquée à la transmission des nouvelles*, qui n'a pas été publiée.

Ses manuscrits sont conservés à la Bibliothèque de Genève.

P. Prévost a écrit une intéressante *Notice sur la vie et les écrits de Lesage.*

JEAURAT (EDME-SÉBASTIEN).

(Né à Paris en 1724, mort en 1803.)

Son père était un peintre de genre distingué. Jeaurat s'adonna d'abord au dessin, mais les Mathématiques l'attachèrent ensuite complètement.

Son premier ouvrage est un *Essai de perspective à l'usage des artistes* (1750), où il essaya de faire entrer un peu de rigueur. Il obtint, en 1753, une chaire de Mathématiques à l'École militaire. Comme il n'existait alors à cette École aucun instrument astronomique, Jeaurat se procura une pendule et une lunette méridienne et on lui construisit un petit observatoire.

Il entra à l'Académie des Sciences en 1763 et publia, en 1766, ses *Nouvelles Tables de Jupiter* à la construction desquelles il fit servir des observations de Tycho, dont il avait retrouvé le manuscrit qu'on croyait perdu.

Il donna, en 1778, la description d'une lunette qu'il appelait *diplantidienne*, qui se formait en réalité de deux lunettes ayant même oculaire, mais des objectifs différents, dont l'un, réduit à un anneau, laissait fonctionner l'autre. Cette invention n'a pas été adoptée.

Mais Jeaurat donna, en 1770, sur la réfraction et la dispersion relatives à diverses sortes de verres, des indications utiles aux constructeurs pour obtenir l'achromatisme.

Il entra à l'Institut à la mort de Pingré.



TENON (JACQUES-RENÉ).

(Né à Siépeaux, près de Joigny, en 1724, mort en 1816.)

Ses deux grands-pères et son père avaient exercé la Chirurgie dans le village où il naquit; mais l'art du chirurgien à cette époque, surtout en province, était bien borné, et la pratique n'en pouvait donner ni honneurs ni fortune. La détresse de la maison paternelle, a dit souvent depuis Tenon, fut mon principal maître.

Il vint à Paris à dix-sept ans, sans autre ressource qu'une lettre de sa mère pour un de ses parents, Nicolas Prévost, avocat assez occupé, qui heureusement voulut bien se charger du pauvre enfant et le recueillir dans sa maison.

La Chirurgie, telle qu'il la vit pratiquer à l'Hôtel-Dieu, et l'Anatomie des écoles lui inspirèrent tout d'abord un dégoût tel que, ne pouvant se vaincre sous ce rapport, il recourut, pour s'instruire, à la dissection des animaux. C'est à cette étude plus étendue de l'organisme vital qu'il a dû plus tard son élévation.

La Peyronie ayant fait rendre, en 1743, l'ordonnance qui obligeait les élèves en Chirurgie à se faire recevoir maîtres ès arts, Tenon, qui ne savait pas alors un seul mot de latin, se vit obligé de recommencer son éducation. En quinze mois, il se mit en état de passer tous les examens. Au retour d'une campagne à l'armée de Flandre, en 1748, il concourut pour une place vacante de chirurgien principal dans un des hôpitaux de Paris et fut nommé d'acclamation. Ce fut la Salpêtrière qui lui échut en partage; il y dirigea le service pendant six ans, au bout desquels il devint l'un des chirurgiens les plus occupés et l'un des professeurs les plus en renom de Paris. Tenon obtint, en 1757, au collège

de Chirurgie, la chaire qu'avait remplie Audouillé et l'occupa pendant vingt-cinq ans. Il fut nommé membre de l'Académie des Sciences en 1759.

Lorsque La Martinière eut succédé à La Peyronie dans la charge de premier chirurgien du roi, Tenon lui soumit les plans de réforme du service des hôpitaux, qu'il avait médités depuis sa jeunesse, et le détermina à entrer dans ses vues. La Martinière acheta les bâtiments propres à fonder un nouvel hôpital, Louis XVI y affecta les revenus d'un bénéfice ecclésiastique, et Tenon en dirigea l'installation. Ce fut la première maison hospitalière établie conformément aux principes élémentaires de la Science. La comparaison détermina le gouvernement à demander une enquête sur l'Hôtel-Dieu, où plusieurs malades se trouvaient souvent dans le même lit, où tous les genres de maladies étaient confondus et où la mortalité était effrayante. Louis XVI ayant ordonné, en 1785, à l'Académie des Sciences de lui faire un rapport sur les hôpitaux, l'administration de l'Hôtel-Dieu refusa aux commissaires l'entrée des salles et la communication des registres. Ce fut Tenon qui y suppléa. Bailly, chargé de rédiger le rapport, s'en tint à un extrait du travail de Tenon. La publicité donnée à ce travail produisit une immense sensation. Une souscription mit en quelques jours 3 millions à la disposition de l'Académie pour l'érection de quatre nouveaux hôpitaux dans des quartiers convenables. Malheureusement, ce bel élan ne produisit aucun résultat; les fonds furent détournés de leur destination, en 1788, par un ministre inepte.

Député en 1791 à l'Assemblée législative, Tenon fut nommé aussitôt président du comité des secours et chargé de présenter un travail sur l'organisation des hôpitaux. Mais le 10 août vint changer le courant des idées; le Collège de Chirurgie fut fermé en

1792 et Tenon se retira à la campagne. C'est alors qu'il entreprit son grand travail sur la formation des dents chez l'homme et les animaux supérieurs.

La création de l'Institut le rappela à Paris, où il retrouva la place qui lui était due au milieu de ses anciens collègues. Au mois de juillet 1815, une troupe des alliés dévasta sa maison de campagne et détruisit ses collections. Ce désastre lui causa un chagrin mortel. Son courage et ses forces l'abandonnèrent et une indisposition l'emporta. Sa place à l'Institut fut donnée à Duméril. On doit à Tenon un grand nombre de notes, d'observations et de mémoires. Nous citerons de lui : *De cataracta* (Paris, 1757) ; *Observations sur les obstacles qui s'opposent aux progrès de l'anatomie* (Paris, 1785) ; *Mémoire sur les hôpitaux de Paris* (Paris, 1788) ; *Mémoires et observations sur l'anatomie, la pathologie et la chirurgie* (Paris, 1806) ; *Offrande aux vieillards de quelques moyens pour prolonger leur vie* (Paris, 1813), etc.

LEGENTIL DE LA GALAISIÈRE (GUILLAUME).

(Né à Coutances en 1725, mort en 1792.)

Il fut désigné par l'Académie des Sciences, pour aller dans l'Inde observer le passage de Vénus sur le soleil en 1761, mais l'occupation de nos établissements par les Anglais ne lui permit pas d'accomplir sa mission. Il resta huit ans dans ce pays pour observer le passage de 1769, mais l'état du ciel ne lui permit de rien voir. Il mit à profit son séjour dans l'Inde en étudiant le système astronomique des brahmes, la géographie, le commerce,

les usages et les mœurs des Indiens. La relation de son voyage a été imprimée à l'Imprimerie royale, de 1779 à 1781.

Il a fait aussi d'intéressantes observations à Pondichéry, à Manille, à Madagascar et à l'Ile-de-France.

Il trouva naturellement les réfractions moins fortes dans l'Inde qu'en Europe. Il donne 33″ pour la diminution séculaire de l'obliquité de l'écliptique. Il observa les nébuleuses et quelques étoiles changeantes, les marées, etc.

FIN DE LA HUITIÈME PARTIE.



TABLE ALPHABÉTIQUE.

	Pages.
ÆPINUS	251
D'ALEMBERT	172
BERNOULLI (DANIEL)	28
BERNOULLI (JEAN)	130
BIANCONI	28
BONNET	245
BOUGUER	16
BOSCOWICH	130
BRANDER	157
BUFFON	115
CAMUS	20
CANTON	24
CASSINI	159
CASTILLON	120
CELSIUS	30
DE CHAULNES	158
CLAIRAUT	150
DE LA CONDAMINE	30
CRAMER	37
DALIBARD	36
DAMBOURNEY	247

Pages.

Daubenton.... 163
Deparcieux.... 33
Dolland.... 42
Duhamel-Dumonceau.... 24
Euler.... 94
Fontaine des Bertins.... 39
Fouchy.... 115
Franklin.... 44
Godin.... 39
Gray.... 23
de Gua de Malves.... 136
Hell.... 244
Hull.... 29
Jacquier.... 133
Jallabert.... 135
Jeaurat.... 252
de Jussieu (Bernard).... 21
Klingenstierna.... 20
Kœnig.... 135
Lacaille.... 138
Landen.... 243
Lecchi.... 32
Legentil de la Galaisière.... 255
Lemonnier.... 160
Lepaute.... 128
Leroy (Georges).... 250
Leroy (Pierre).... 238
Lesage.... 251
Leseur.... 36
Linné.... 51
Loriot.... 162
Lyonnet.... 120
Mac-Laurin.... 2

	Pages.
Macquer	243
Maraldi	127
Marggraf	123
Maupertuis	18
Mayer	247
de Montigny	158
Nollet	23
Perronnet	121
Pingré	134
Robins	49
de Romas	156
Rouelle (l'aîné)	36
Rouelle (le cadet)	242
Schirach	24
Simpson	129
Stewart (Mathieu)	238
Tenon	253
Della Torre	157
Trembley	29
Trudaine	32
Vaucanson	125
Wargentin	237
Ximénès	162
Zanotti	124



